BEITRAG

ZUR

GEOLOGIE DER WESERMARSCHEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ROSTOCK

VORGELEGT

VON

FRIEDRICH SCHUCHT

AUS OKER AM HARZ.

HALLE A. S.

DRUCK VON EHRHARDT KARRAS.

1903.

REFERENT:

HERR PROFESSOR Dr. E. GEINITZ.

Inhalt.

Seite

Vorwort 1
I. Geographisch-geognostische Übersicht 2
II. Geologisch-chemische Untersuchungen 7
A. Die Sedimente des Weser- und Nordseewassers . . . 7
B. Die Bodenarten der Marschen 21
C. Beziehung zwischen Verwitterung und Alter der Böden 27
III. Geologisch-historische Untersuchungen 34
A. Geognostische Beschreibung der Wesermarschen . . . 34
B. Die Entstehungsgeschichte der Wesermarschen . . . 57
Kartenverzeichnis 77
Literaturverzeichnis 78

Dazu eine Karte und 4 Textfiguren.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552723_0109

Das Mündungsgebiet der Weser mit seinen weiten fruchtbaren Marschen bildet schon seit langer Zeit den Gegenstand eifriger wissenschaftlicher Forschung. Die zerstörende und wiederaufbauende Tätigkeit des Wassers hat den Wesermarschen ein von Jahrhundert zu Jahrhundert wechselndes Bild verliehen, und da derartige Veränderungen naturgemäfs mit der Geschichte der Marschenbewohner aufs innigste verknüpft sind, so nimmt es nicht wunder, wenn sich zahlreiche Chronisten und Historiker mit dem Studium der Marschen selbst eingehend beschäftigten und so dem Geologen wertvolles Material hinterliefsen.

Wie lebhaft noch heute die Marschenbewohner die Geschichte ihres heimatlichen Bodens pflegen, das beweist am besten die Existenz jener im Geiste des Marschendichters H. Allmers wirkenden Vereine der „Männer vom Morgenstern“ und des „Rüstringer Heimatbundes“, Vereine, welche sich die Erforschung der Marschen und Pflege der Heimatkunde zu ihrer vornehmsten Aufgabe gestellt haben. —

Geologische Aufnahmearbeiten, welche ich im Auftrage der Landwirtschaftlichen Versuchsstation der Oldenburg. Landwirtschaftskammer in den Jahren 1898 und 1899 in den Wesermarschen ausführte, brachten mich zu der Erkenntnis, dafs eine geologische Aufnahme des gesamten Mündungsgebiets der Weser der geologischen, nicht minder auch der historischen Forschung willkommene Beiträge liefern dürfte.

Als topographische Grundlage für meine Untersuchungen benutzte ich die Meſstischblätter 1:25000. Die Ergebnisse übertrug ich auf die dieser Abhandlung beigefügte, im Maſsstabe 1 : 300000 ausgeführte Karte. Die Untersuchungen selbst erfolgten durch Handbohrungen bis auf 2 m Tiefe, an einigen Stellen auch bis auf gröſsere Tiefe. Die auf diese Weise, sowie durch einige vorgenommene Aufgrabungen und die Untersuchung vorhandener Aufschlüsse erzielten Ergebnisse lieferten ein reichhaltiges und interessantes Material. Da sich dasselbe zum Teil auf chemische Untersuchungen stützen muſste, so wurden solche zur Vervollständigung der bereits aus der Literatur bekannten von mir selbst ausgeführt. —

* * *

Für gütige Überlassung der einschlägigen Literatur und des z. T. schwer zugänglichen Kartenmaterials bin ich dem Groſsherzoglich Oldenburgischen Staatsministerium, sowie den Herren Landesökonomierat Heumann, Ökonomierat Ötken, Professor Dr. Petersen, Archivrat Dr. Sello und Oberdeichgräfe Tenge in Oldenburg, Professor Riemann in Jever, Korvettenkapitän Rüetz in Wilhelmshaven, Dr. Bohls in Lehe, Archivar Dr. v. Bippen und Professor Dr. Bulthaupt in Bremen zu gröſstem Dank verpflichtet.

Insbesondere spreche ich dem Vorstande der Oldenb. Landwirtschafts-Kammer für die Förderung dieser Arbeit meinen ergebensten Dank aus.

I. Geographisch-geognostische Übersicht.

Die Weser nimmt unweit des Kirchdorfes Langwedel nach ihrer bisher ziemlich nördlichen eine nordwestliche Richtung an, welche sie, von mehreren kleinen Windungen abgesehen, im groſsen und ganzen bis Elsfleth beibehält. Von Elsfleth ab ist die Richtung der Weser wieder eine nördliche, bis sie, nach einer geringen östlichen Ausbiegung bei Geestemünde, in nordwestlicher Richtung in die Nordsee mündet.

Die Breite der Weser nimmt nach der Mündung hin allmählich zu. Sie betrug im Jahre 1899 bei gewöhnlichem Hochwasser vor Bremen 112 m, bei Hasenbüren 136 m, oberhalb Vegesack 150 m, bei Blumenthal 370 m, bei Brake 860 m, bei Nordenham 1180 m und bei Blexen 1500 m.[1])

Die gröfsten Wassertiefen der Weser unter dem Ebbestande sind nach den Seekarten des Kaiserlichen Marineamtes bei Bremen 2 m, bei Brake 5 m, bei Geestemünde 12 m, im Wurster Fahrwasser bei der Robbenplate 18 m. Die Zunahme der Wassertiefe nach der Mündung zu ist jedoch keine gleichmäfsige, aufserdem sind die Tiefen und Fahrrinnen einem steten Wechsel unterworfen.

An wichtigeren Nebenflüssen nimmt die Weser in ihrem Unterlauf auf dem rechten Ufer bei Vegesack zunächst die Lesum auf. Diese bildet sich aus dem Zusammenflufs der Wumme und Hamme, deren erstere von den Wilseder Bergen, letztere von Nordosten aus dem Teufelsmoor kommt, wohin sie in weitem Bogen von den Höhen der Garlstedter Heide fliefst. Oberhalb Vegesack nimmt die Weser die Aue (das Aumunder Tief), unweit Neuenlande, Rodenkirchen gegenüber, die Drepte auf, welche beiden Flüsse ebenfalls den Garlstedter Höhen entstammen; unweit Wulsdorf mündet die Lune und bei Geestemünde die Geeste. Letztere beiden Nebenflüsse kommen von den Höhen westlich von Bremervörde.

Auf ihrem linken Ufer empfängt die Weser gegenüber Vegesack die südlich Syke entspringende Ochtum und bei Elsfleth endlich ihren gröfsten Nebenflufs im Mündungsgebiet, die Hunte. Dieselbe entspringt am Wiehengebirge bei Osnabrück, fliefst bis Oldenburg ziemlich nördlich, von hier bis zu ihrer Mündung nach Ostnordosten.

Die Weser bildete in ihrem unteren Laufe zahlreiche Inseln, sogenannte Sande und Platen; die gröfseren derselben sind der Elsflether Sand, der Harrier Sand, die Strohhauser und Reiher Plate, die Dedesdorfer Plate und oberhalb Geestemünde die Luneplate.

---

[1]) F. Buchenau, Die freie Hansestadt Bremen und ihr Gebiet. Bremen 1900.

Bei ihrer Mündung in die Nordsee erweitert sich die Weser trichterförmig nach Nordwesten zu unter einem Winkel von annähernd 45°; rechts bildet das Land Wursten, links Butjadingen die Küste. Bei Ebbe durchströmt hier die Weser ein weites Wattengebiet. Links von ihr liegt der Langlütjensand, der Hohe Weg und Alte Mellum, rechts das Wurster Watt; die Robbenplate liegt inselartig zwischen dem Wurster und Fedderwarder Fahrwasser. Die Höhe dieser Watten beträgt bis 3 m über dem Ebbestande des Wassers.

Zwischen Alte Mellum und Hoher Weg einerseits und dem Watt der Jeverländischen Ostküste anderseits befindet sich das von Nordnordwesten nach Südsüdosten laufende Ebbebett der Jade, die Verbindung zwischen Nordsee und Jadebusen. In letzterem verzweigt sich die Jade in mehrere kleine Arme. Bei Hochwasser sind jedoch sämtliche Watten überflutet, es bilden dann die Deiche die künstliche Küstenlinie. Die schmalste Stelle eingangs zum Jadebusen zwischen Wilhelmshaven und Eckwarderhörne beträgt 6 km, die gröfste Ausdehnung des Busens von Westen nach Osten 16,5 km, die von Norden nach Süden 14 km. Der eigentliche Jadefluſs, der von Süden kommend in den Jadebusen mündet, ist an sich unbedeutend.

Die trichterförmige Erweiterung, welche die heutige Weser bei ihrer Mündung erfährt, findet sich in ähnlicher Weise wieder in ihrem diluvialen Mündungsgebiet. Das Bett des Urstromes, welches bis zur Verbindungslinie Hude — Farge ziemlich gleichlaufende Uferlinien besitzt, erweitert sich hier plötzlich in Trichterform derart, daſs das linke Ufer, durch die Linie Delmenhorst — Loyerberg — Varel — Jever — Esens bezeichnet, die alte Nordwestrichtung beibehält, das rechte Ufer jedoch, durch die Linie Blumenthal — Geestemünde — Duhnen gekennzeichnet, eine nördliche Richtung einnimmt. Beide Ufer sind je rund 170 km lang.

Diese diluvialen Talränder sind durch zahlreiche Erosionstäler zerklüftet; besonders das westliche Ufer zeigt sehr ungleichmäſsige Konturen. Letzteres hat einen ziemlich flachen Abfall zu den Alluvionen, während das östliche Ufer meist steilere Talränder aufweist. Es rührt dies daher,

dafs die in dieser Gegend vorherrschenden westlichen und nordwestlichen Winde einen lebhaften Wellenschlag an diesem Ufer hervorriefen und so Steilabhänge entstehen liefsen, Vorgänge, wie sie noch jetzt bei Duhnen an der Nordsee und bei Blumenthal an der Weser gut zu beobachten sind.

Das diluviale Ufergebiet der Weser läfst besonders auf der westlichen Seite eine auffallende Südwest-Nordosterstreckung seiner Höhenzüge und Flufsläufe erkennen, eine Erscheinung, auf die bereits des öfteren in der Literatur hingewiesen ist, eingehender von J. Martin;[1]) sie steht mit der Inlandeisbewegung in genetischem Zusammenhange. Die Höhenzüge von Esens, Wittmund, Jever, Varel springen besonders auffallend weit nach Nordosten vor. Auf dem östlichen Gebiete ist diese Längserstreckung am schärfsten durch den Höhenzug Loxstedt-Stotel-Neese südlich Geestemünde wiedergegeben.

Das Diluvium der Weserufer ist bislang zu wenig erforscht, um es im Zusammenhange hier beschreiben zu können. Ich beschränke mich daher auf eine kurze Wiedergabe der Beobachtungen, wie sie J. Martin in seinen Diluvialstudien[2]) niedergelegt hat, und wie ich sie selbst bei der geologischen Aufnahme des Blattes Jever[3]) und bei meinen geognostischen Touren an Aufschlüssen anstellen konnte.

Das Diluvium, welches als der vorletzten Vereisung angehörig als „Unteres“ zu bezeichnen ist, gliedert sich folgendermafsen. Zu oberst lagert ein Geschiebedecksand von etwa 2—10 dm Mächtigkeit, mit einem geschichteten tiefgründigen Unterm Sande im Liegenden. Zwischen diesen beiden genetisch verschiedenen Sanden lagert oft eine Steinsohle, zuweilen eine meist geringmächtige Ablagerung von Geschiebelehm. Mit den Untern Sanden können Tone und Schleppsande wechsellagern. Letztere Bildungen sind zweifellos Vorschüttungsprodukte des Inlandeises; die Steinsohle und

[1]) J. Martin, Über den Einfluſs der Eiszeit auf die Entstehung der Bodenarten und des Reliefs unserer Heimat. Bremen 1898.

[2]) J. Martin, Diluvialstudien I und III. Osnabrück und Bremen 1893—1896.

[3]) F. Schucht, Blatt Jever und Erläuterungen. Oldenburg 1899.

der Geschiebelehm sind als Grundmoräne, der Geschiebedecksand als Innenmoräne bisher gedeutet. Bei der geologischen Aufnahme des Blattes Jever habe ich mich dieser Auffassung J. Martins angeschlossen; ich verhehle mir jedoch nicht, dafs dieser Gliederung manche Bedenken entgegenstehen, und dafs es noch einer Reihe weiterer Beobachtungen im Diluvium des Nordwestens bedarf, um in dieser Frage gröfsere Klarheit zu schaffen.

Der Geschiebelehm geht nach meinen Beobachtungen selten in Geschiebemergel über. Die Entkalkung und Eisenausscheidung ist im Vergleich zu den Gebieten des Oberen Diluviums eine weit gröfsere. Die Grundmoräne tritt oft in stark ausgewaschener und umgelagerter Form auf. Bei Oldenburg findet sie sich als Geschiebekies, bei Stotel südlich Geestemünde, bei Duhnen westlich Cuxhaven und an vielen andern Orten als ein Gemenge von Geschieben, Kies, Sand und intaktem Lehm.

Oberflächlich sind die Geschiebedecksande meist stark humifiziert. Diese Schwarzerdebildung geht allmählich in die Moorerde- und Torfbildungen der Senken und Täler über, alluviale Gebilde, welche das Diluvialgebiet der Weserufer in ausgedehnter Fläche bedecken.

Das Alluvium, welches den Mündungstrichter des Weserurstroms ausfüllt, besteht vornehmlich aus Schlick- und Torfbildungen. Oberflächlich treten Schlicktone und -sande an beiden Ufern der Weser, am Jadebusen und an der Nordseeküste in grofser Ausdehnung auf, die Moore als sogenannte Randmoore fast überall an der Grenze zwischen Marsch- und Höhenboden (Geest). Nur das Schweier Moor lagert mitten im Marschgebiet.

* * *

Die Höhenverhältnisse im Mündungsgebiete der Weser sind folgende. Die Geest — um diese landläufige Bezeichnung für den meist diluvialen Höhenboden beizubehalten — erhebt sich bei Lesum-Vegesack-Farge bis zu einer durchschnittlichen Höhe von 20—30 m; in der Garlstedter Heide steigt sie sogar bis 45 m. Die in nördlicher Richtung folgenden Höhenzüge haben bis Neuenwalde 12—15 m, bis Duhnen 15—20 m

Durchschnittshöhe; sie finden hier in der Hohen Lieth (31 m) und der Altenwalder Höhe (37 m) ihre höchsten Erhebungen. Der westliche Talrand, Delmenhorst—Hude, erhebt sich bis 38 m, die Rasteder Geest bis 21,3 m, die Vareler Geest bis 16,5 m, die Jeverländische Geest bis 15 m Höhe.

Das Alluvium des Wesermündungsgebiets erhebt sich nur wenig über Normal-Null. Die durchschnittliche Höhenlage der Marsch bewegt sich zwischen 0,0—1,5 m.

Die Randmoore erheben sich dort, wo sie Hochmoore bilden, z. B. bei Jaderberg, bis 4,5 m, im Ipweger Moor bis 3,1 m; die Niederungsmoore sind dagegen zum gröfsten Teil sehr tief gelegen, meist nur 0,0—0,4 m über Normal-Null. Das Schweier Moor ist bei Norderschwei — 0,2 m, in seinem höchsten Punkte, der Wildbahn, 5,7 m hoch gelegen.

Der gröfste Höhenunterschied zwischen der Geest und den Alluvionen beträgt demgemäfs rund 45 m.

* * *

Zum Zwecke der Ent- und Bewässerung ist das ganze Marschengebiet mit einem dichten Grabennetz durchzogen, welches durch meist künstlich angelegte gröfsere Gräben, sogenannte Tiefs, mit der Weser bezw. Nordsee in Verbindung steht. Der Zu- und Abflufs wird in der Deichlinie durch Siele und Schleusen geregelt. Die Weser und ihre Nebenflüsse sind im Bereiche der Flut durch Deiche an ein bestimmtes Bett gefesselt; ohne dieselben würde das Hochwasser noch jetzt die ganzen Marschen unter Wasser setzen können.

II. Geologisch-chemische Untersuchungen.

A. Die Sedimente des Weser- und Nordseewassers.

Von mir ausgeführte geognostische Untersuchungen auf Blatt Eckwarden, deren Ergebnisse in dieser Arbeit zu verwerten mir von Herrn Professor Dr. Petersen, Vorsteher der Landw. Versuchsstation zu Oldenburg, in dankenswerter Weise gestattet wurde, haben unter anderm ergeben, dafs

die alluvialen Schlickablagerungen auffallende petrographische Unterschiede besitzen, die es ermöglichen, relative Altersbestimmungen der Marschböden auszuführen und marine und fluviatile Sedimente zu unterscheiden.

Diese Unterschiede beruhen zunächst auf chemischen Verwitterungsprozessen, in erster Linie auf der Entkalkung der Böden, dann aber auch auf der mechanischen Beschaffenheit der Schlickbildungen, wie sie sich in dem gegensätzlichen Vorkommen von Schlicktonen und Schlicksanden zu erkennen gibt. Um von den von mir gewonnenen Gesichtspunkten aus die Untersuchungen auf das gesamte Marschengebiet ausdehnen zu können, mufste ich mir eine sichere Grundlage dadurch zu verschaffen suchen, dafs ich den Detritus des Weser- und Nordseewassers, sowie eine Reihe rezenter Schlickablagerungen in chemischer und mechanischer Beziehung untersuchte.

Zu diesem Zwecke entnahm ich bei Wremertief aus der Nordsee und oberhalb Bremen aus der Weser Wasserproben, sowie von verschiedenen Stellen der Weser, Nordsee und des Jadebusens rezente Schlickablagerungen, welche ich im Pedologischen Laboratorium der Kgl. Geologischen Landesanstalt unter gütiger Hülfeleistung des Herrn Dr. Löbe untersuchte.

Meine eigenen Untersuchungen fanden eine wertvolle Ergänzung in dem reichhaltigen analytischen Material, welches F. Seyfert[1]) über das Wasser der Weser veröffentlicht hat. Dasselbe basiert auf den Untersuchungen, welche seitens der Moorversuchsstation in Bremen für die Zwecke der Korrektion der Unterweser viele Jahre hindurch angestellt wurden.

Zur besseren Orientierung über Entnahme von Wasser- und Schlickproben siehe nebenstehende Figur 1.

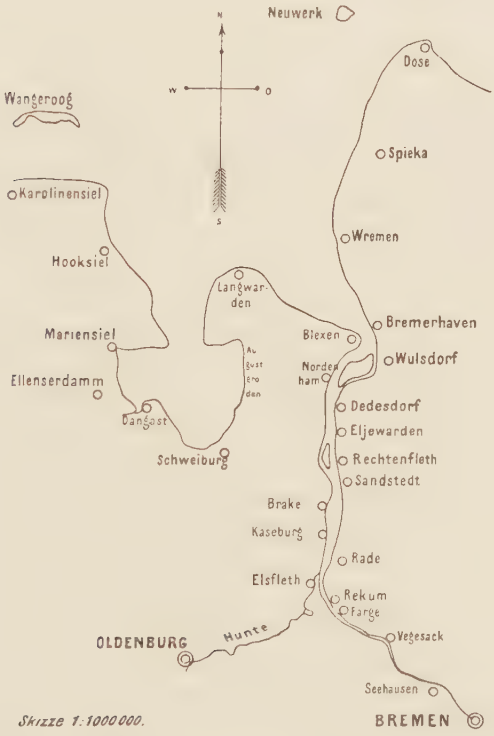
[1]) F. Seyfert, Das Wasser im Flutgebiet der Weser. Eine chemisch-geologische Untersuchung. Bremen 1893.

[2]) F. Franzius, Die Unterweser von Bremen bis Bremerhafen, Peterm. Mitt. VIII, 1880.

F. Franzius, Die Fluterscheinungen zwischen Helgoland und Bremen. Verh. d. Ges. deutscher Naturf. u. Arzte. Leipzig 1890.

* * *

Bei der heutigen Gestaltung der Wesermündung haben wir uns die Flutverhältnisse folgendermafsen vorzustellen:[2]) Die Flutwelle der Nordsee teilt sich bei Helgoland in zwei Arme, von denen der eine in die Elbe, der andere in die Weser und Jade abzweigt. Die gewöhnliche Fluthöhe beträgt bei Helgoland nur 2,31 m, steigt dagegen nach dem Fest-



Figur 1.

lande zu bei Bremerhaven auf 3,30 m. Das in den Mündungstrichter der Weser eilende Wasser besteht anfänglich aus wirklichem frischen Seewasser; weiter flufsaufwärts folgt eine Zone, in welcher das bei Ebbe im Flufsbett zurückgebliebene gemischte Wasser durch die Kraft des Flutstroms aufgestaut und nun wieder hinaufgeschoben wird, und schliefslich derjenige Teil des Weserlaufs, der aus unvermischtem

Flufswasser besteht und nur aufgestaut wird. Das Vordringen des Seewassers flufsaufwärts und die als Begleiterscheinung auftretende Fortpflanzung der Flutwelle ist bekanntermafsen nicht dasselbe. Die Flutwelle verliert durch die zahlreichen Hindernisse, die ihr die Gestaltung des Flufsbettes bietet, allmählich ihre lebendige Kraft, bis sie völlig aufhört; hier liegt die Grenze des Flutgebietes. Die Kraft des Flutstromes und die des Oberwassers wirken einander entgegen, und da die Gröfse dieser beiden Kräfte eine tagtäglich wechselnde ist, so schwankt auch die Flutgrenze um etwa 20 km, nämlich von oberhalb Bremen bis unterhalb Vegesack. Von der Börsenbrücke bei Bremen bis Bremerhaven — eine Strecke von ca 65 km — ist die normale Forschrittszeit für das Niedrigwasser 7 Stunden 31 Minuten, für das Hochwasser flufsaufwärts 4 Stunden 20 Minuten.

F. Seyfert hat von Rekum bis Bremerhaven von 7 Stationen Wasserproben unter gleichen Bedingungen bei Hochwasser entnommen und dieselben auf gelöste und suspendirte Bestandteile untersucht. Aus diesen Untersuchungen geht deutlich hervor, dafs der Gehalt des Weserwassers an gelösten Stoffen bei Rekum, Käseburg und Sandstedt innerhalb enger Grenzen schwankt und ziemlich derselbe bleibt, dafs jedoch von Sandstedt abwärts eine rasche und starke Zunahme an gelösten Stoffen stattfindet. Seyfert verlegt auf Grund seiner Analysen den erheblichen Einflufs des Seewassers bis nach Eljewarden, etwa 17 km flufsaufwärts von Bremerhaven. Bei Sandstedt liefs sich das Seewasser gerade noch in Spuren nachweisen.

Der Gehalt des Weserwassers nimmt flufsabwärts besonders an Chlor, Alkalien, Magnesia und Schwefelsäure, weniger an Kalk zu, wie folgende Tabellen Seyferts erkennen lassen.

Es erhob sich von Rekum bis Bremerhaven während der wärmeren Jahreszeit der Gehalt in 1 cbm Wasser an

Kalk	von 76,33 g	auf 175,95 g	oder auf mehr als das	Doppelte
Magnesia	„ 15,41 „	„ 413,08 „	„ „ „ „ „	27 fache
Schwefelsäure	„ 57,02 „	„ 454,49 „	„ „ „ „ „	8 „

Chlor von 49,66 g auf 4342,50 g oder auf mehr als das 87 fache
Kali „ 6,48 „ „ 143,55 „ „ „ „ „ „ 21 „

während der kälteren Jahreszeit der Gehalt in 1 cbm Wasser an

Kalk von 67.53 g auf 180,60 g oder auf mehr als das Doppelte
Magnesia „ 13,32 „ „ 408,20 „ „ „ „ „ „ 30 fache
Schwefelsäure „ 53,42 „ „ 389,20 „ „ „ „ „ „ 7 „
Chlor „ 45,78 „ „ 3469,00 „ „ „ „ „ „ 73 „
Kali „ 6,95 „ „ 173,90 „ „ „ „ „ „ 25 „

Diese Tabellen zeigen aufser dem Einflusse des Seewassers auf den Gehalt an gelösten Stoffen noch die Zunahme des Wassers an denselben in der wärmeren Jahreszeit, was auf dann stattfindende lebhaftere Verdunstung zurückzuführen ist.

Das Seewasser erscheint auf Grund der Unterschiede im Chlorgehalt verdünnt:

bei Bremerhaven rund 1 Teil Seew. mit 3—4 Teilen Flufsw.
„ Nordenham „ „ „ „ „ 10—13 „ „
„ der Luneplate „ „ „ „ „ 27—28 „ „
„ Eljewarden „ „ „ „ „ 117—156 „ „
„ Sandstedt „ „ „ „ „ 277—304 „ „

Beständig reines Seewasser findet sich erst ca 50 km von Bremerhaven seewärts mit 3,30 bis 3,43 % Salzgehalt.[1]) Bei Wremertief fand ich nur noch 2,60 %, also bereits eine geringe Vermischung mit Flufswasser.

Der Nachweis, dafs das Weserwasser flufsabwärts in seinen gelösten Teilen an gebundener Kohlensäure zunimmt, läfst sich bei einem gröfseren Gehalt an salzigen Bestandteilen nach den bisher bekannten chemischen Methoden nicht führen, da beim Eindampfen zur Trockne die neutralen Karbonate von den Magnesiasalzen zersetzt werden. Die Bestimmung der freien Kohlensäure findet ihre Schwierigkeit darin, dafs der ursprüngliche Gehalt durch Probeentnahme, Transport, Aufbewahren etc. bereits ein anderer wird. Die

[1]) Die Ergebnisse der Untersuchungsfahrt S. M. Knbt. „Drache“ in der Nordsee in dem Sommer 1881, 1882, 1884. Veröff. v. Hydrogr. Amt der Admiralität. Berlin 1886.

bisher bekannt gewordenen Wasseranalysen lassen es jedoch als sehr wahrscheinlich erscheinen, dafs mit dem Gehalt an Salzwasser auch der Gehalt an gelösten Karbonaten zunimmt.

Die Trockensubstanz der im Weserwasser bei Bremen enthaltenen gelösten Stoffe ergibt nach meinen Analysen

bei Hochwasser

an der Oberfläche,	in $2^1/_2$ m Tiefe
CO_2 = 12,23 %	10,44 %
CaO = 21,34 „	20,87 „
Fe_2O_3 = 0,03 „	0,47 „

bei Niedrigwasser an der Oberfläche

CO_2 = 11,21 bis 12,19 %
CaO = 20,82 „ 21,51 „
Fe_2O_3 = 0,37 „ 0,68 „

Nach diesen Analysen scheint der CO_2-Gehalt der oberflächlichen Wasserschichten ein gröfserer zu sein, als derjenige der tieferen Schichten.

Bei der leicht erfolgenden Spaltung der Bikarbonate in Karbonat und freie Kohlensäure ist es nicht ausgeschlossen, dafs aus dem durch Wellenschlag stark bewegten Wasser ein, wenn auch minimaler, Niederschlag von $CaCO_3$ erfolgt. In höherem Grade wird eine Abscheidung der gelösten Karbonate aus dem Meereswasser durch die Tätigkeit von Organismen bewirkt.

H. Allmers behauptet,[1]) dafs sich beim Vermischen von Weser- und Nordseewasser ein Niederschlag bilde, dessen nähere chemische Untersuchung zu wünschen sei. Obgleich es von vornherein ausgeschlossen erschien, dafs chemische Wechselzersetzungen stattfinden würden — denn Weser- und Nordseewasser enthalten, wie obige Analysen ergeben, dieselben Stoffe, nur in verschiedenen Mengenverhältnissen — so habe ich dennoch, da Allmers sonst ein so guter Beobachter ist, den Versuch wiederholt, und wie vorauszusehen, ein negatives Ergebnis gefunden. Was Allmers gesehen hat, ist ein feiner, weifser Niederschlag von $CaCO_3$, der sich nach längerem Stehen beim Weser- wie beim Nordsee-

[1]) H. Allmers, Marschenbuch, Land- und Volksbilder aus den Marschen der Weser und Elbe. Oldenburg 1875.

wasser, und natürlich auch bei einer Mischung beider, auf dem Boden der Gefäfse absetzt, entstanden durch Spaltung des Calciumbikarbonats. Nach längerem Stehen zeigt sich noch ein hauchartiger Absatz von Eisenhydroxyd.

* * *

Über die suspendierten Teile des Weser- und Nordseewassers geben folgende Untersuchungen näheren Aufschlufs.

Seyfert hat in 1 cbm Wasser folgenden Durchschnittsgehalt an suspendierten Teilen gefunden:

	während der wärmeren Jahreszeit	während der kälteren Jahreszeit
bei Bremerhaven	283,78 g	290,35 g
„ Nordenham	115,27 „	162,39 „
„ der Luneplate	98,68 „	148,02 „
„ Eljewarden	63,78 „	71,10 „
„ Sandstedt	49,81 „	58,44 „
„ Käseburg	50,27 „	64,30 „
„ Rekum	17,38 „	15,32 „

Nach dieser Tabelle nehmen die suspendierten Stoffe im Weserwasser bei Flut stromabwärts zu, und zwar um das 15—19 fache.

Meine Untersuchungen ergeben für Bremen 17,63 gr, für Wremertief 202 gr, also eine Zunahme des Detritus um das 11,5 fache. Die Zunahme des Hochwassers an suspendierten Teilen weserabwärts rührt nach meinen Beobachtungen daher, dafs der Flutstrom den Schlick der Watten und des Flufsbettes aufwühlt und mit sich fortführt, eine Erscheinung, die sich bei jeder Flut dem Auge dadurch deutlich zu erkennen gibt, dafs stellenweise sehr trübe, wolkenartige Partieen im Wasser auftreten. Der in die Wesermündung dringende Flutstrom verliert fortwährend an seiner lebendigen Kraft und demgemäfs an seinem Vermögen, Schlickteile des Grundes mit fortzureifsen. Damit erklärt sich auch die aus obiger Tabelle ersichtliche Tatsache, dafs das Hochwasser im Winter durchschnittlich mehr suspendierte Stoffe führt als im Sommer, aufser in Rekum, dem am weitesten flufsaufwärts gelegenen Punkte. Es hängt dies, wie auch Seyfert richtig schliefst, damit zusammen, dafs die stürmischen Zeiten

mit der kälteren Jahreszeit zusammenfallen, das Hochwasser demgemäfs dann auch mehr Kraft entwickelt. Bis Rekum reicht das Nordseewasser nicht, deshalb ist das Verhältnis hier auch ein umgekehrtes.

Für die Zwecke geologischer Marschenuntersuchung ist es notwendig, die Sedimente salzigen Weser- und Nordseewassers solchen des unvermischten Weserwassers gegenüberzustellen.

Da bei Eljewarden nach obigen Ausführungen die Grenze des Einflusses des Nordseewassers gezogen werden mufs, so fafst Seyfert die drei oberen Schöpfstellen Rekum, Käseburg und Sandstedt als solche mit unvermischtem Weserwasser, und die vier unteren von Eljewarden bis Bremerhaven als solche mit salzigem Weserwasser zusammen.

Danach enthalten die trockenen suspendierten Stoffe im Durchschnitt:

	Bremerhaven bis Eljewarden		Sandstedt bis Rekum	
	in der wärmeren Jahreszeit	in der kälteren Jahreszeit	in der wärmeren Jahreszeit	in der kält. Jahreszeit
Glührückstand	90,43 %	89,28 %	87,96 %	79,12 %
Kohlensäure	2,90 „	3,91 „	2,53 „	1,71 „
Unlösliches	61,78 „	61,74 „	59,10 „	57,20 „
Eisenoxyd	17,49 „	16,92 „	16,97 „	18,61 „
Kalk	4,63 „	4,08 „	5,01 „	3,64 „
Magnesia	2,56 „	2,62 „	2,91 „	2,81 „
Kali	2,07 „	1,75 „	2,52 „	1,74 „
Schwefelsäure	1,05 „	0,74 „	0,96 „	1,01 „
Phosphorsäure	0,55 „	0,36 „	0,97 „	1,15 „
Stickstoff	0,55 „	0,53 „	1,03 „	1,08 „

Nach dieser Zusammenstellung sind die suspendierten Stoffe in der warmen Jahreszeit reicher an Glührückstand, wie in der kalten Jahreszeit; die unlöslichen Bestandteile zeigen dasselbe Verhältnis. Ferner ergibt sich, dafs der Glührückstand und die unlöslichen Bestandteile des Detritus weserabwärts abnehmen.

Seyfert kommt an der Hand dieser und weiterer Analysen zu der Schlufsfolgerung, dafs die Sinkstoffe des Flusses durch die Salze des Seewassers ausgelaugt werden, besonders an Kalk, Magnesia, Phosphorsäure und organisch gebundenem Stickstoff.

Nach meinen Analysen enthielt der Detritus des Nordseewassers bei Wremertief 5,19 % CO_2, was einem Gehalt an $CaCO_3$ von 11,79 % entspräche, der Detritus des Weserwassers bei Bremen 0,99 % CO_2 bezw. 2,24 % $CaCO_3$. An Fe_2O_3 enthielten die suspendierten Teile des Nordseewassers 4,43 %, die des Weserwassers 4,40 %; der Gehalt an CaO betrug 3,51 bezw. 4,25 %.

Da der Gehalt des Schlickes an Karbonaten des Calciums und Magnesiums für meine Untersuchungen besonders in Frage kommt, so will ich die aus obigen Analysen sich ergebenden Daten gleich hier zusammenfassen. Die Kohlensäure habe ich wie üblich auf Calciumkarbonat berechnet und die in geringerer Menge vorhandene Magnesia auch bei meinen späteren Ausführungen nicht mit in Rechnung gezogen.

Der Detritus enthält

bei Bremen 0,99 % CO_2 = 2,24 % $CaCO_3$

von Rekum bis Sandstedt

im Winter 1,71 % CO_2 = 3,89 % $CaCO_3$

im Sommer 2,52 „ „ = 5,73 „ „

von Eljewarden bis Bremerhaven

im Winter 3,91 % CO_2 = 8,88 % $CaCO_3$

im Sommer 2,90 „ „ = 6,59 „ „

bei Wremertief 5,19 „ „ = 11,79 „ „

Nimmt man für die Seyfert'schen Zahlen für die kalte und warme Jahreszeit, die übrigens keine Gesetzmäfsigkeit erkennen lassen, Mittelwerte, was ja auch dem Gehalt des aus den Sedimenten vieler Jahre bestehenden Schlicks entsprechen würde, so ergibt sich für den Detritus des unvermischten Weserwassers von Rekum bis Sandstedt 4,81 % $CaCO_3$, für den des salzigen Flufswassers von Eljewarden bis Bremerhaven 7,73 % $CaCO_3$. Die grofsen Schwankungen, die der Detritus im Gehalt an CO_2 in Seyferts analytischen Tabellen aufweist — die oben angegebenen Werte sind Mittelwerte aus zahlreichen Einzeluntersuchungen — lassen den von mir bei Bremen gefundenen Gehalt von 0,99 % CO_2 = 2,24 % $CaCO_3$ nicht als auffallend niedrig erscheinen, da derselbe nur auf einer einzigen Analyse beruht. Der Gehalt des Detritus bei Wremertief mit 11,79 % $CaCO_3$, ebenfalls

von nur einer Analyse herrührend, schien im Gegensatz dazu reichlich hoch zu sein. Um diese Differenzen in SEYFERT's und meinen Analysen erklären zu können, untersuchte ich eine Reihe von Schlickproben, welche von verschiedenen Stellen der Weser und Nordsee bei Ebbe aufsendeichs den obersten 5 cm des frisch abgelagerten Bodens entnommen waren.[1]) Dieselben wurden von mir nach dem SCHÖNE'schen Verfahren geschlämmt und nach SCHEIBLER auf ihren Kalkgehalt untersucht.

Es enthielten diese rezenten Schlickbildungen

bei	Feinsand, Korngröfse > 0,05 mm	Tonhaltige Teile Korngröfse < 0,05 mm	Gehalt an $CaCo_3$ %
Drackenburg	11,2	88,8	4,07
Woltmershausen	12,4	87,6	4,32
Rade	17,2	82,8	6,44
Brake	42,0	58,0	4,98
Rechtenfleth	51,6	48,4	6,85
Dedesdorf	38,0	62,0	7,06
Nordenham	25,2	74,8	6,60
Wulsdorf	24,4	75,6	8,04
Blexen	60,4	39,6	6,68
Wremen	18,0	82,0	8,55
Spieka	45,2	54,8	8,64
Döse	91,2	8,8	4,14
Langwarden	94,0	6,0	3,08
Augustgroden	24,2	74,8	11,33
Schweiburg	61,2	38,8	6,80
Dangastermoor	16,0	84,0	11,10
Ellenserdamm	22,4	77,6	11,62
Mariensiel	6,4	93,8	9,96
Hooksiel	46,8	53,2	9,04
Carolinensiel	41,2	58,8	8,98
Spiekeroog	81,2	18,8	4,42

[1]) Allen den Herren, die mir bei der Entnahme und Zusendung von Schlickproben behülflich waren, sei der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Nach dieser Tabelle lagert das unvermischte Wasser der Weser von Drackenburg bis Rechtenfleth einen Schlick ab, dessen Gehalt an Karbonaten zwischen 4,07 und 6,85 % schwankt, im Mittel 5,33 % beträgt. Der unterste Lauf der Weser mit salzigem Wasser, den SEYFERT'schen Stationen Eljewarden bis Bremerhaven entsprechend, hat in seinen Sedimenten 6,60 % bis 8,04 %, im Mittel 7,09 % $CaCO_3$. Die an der Nordsee und am Jadebusen erfolgten Schlickablagerungen sind auffallend grofsen Schwankungen unterworfen, nämlich solchen von 3,08 bis 11,62 % $CaCO_3$.

Bevor ich aus diesen Resultaten weitere Schlüsse zog, untersuchte ich, an welche Korngröfsen im Schlick der Gehalt an Karbonaten gebunden ist.

Ein rezenter Nordseeschlick bei Wremertief enthielt

	Korngröfsen	In 100 Teilen	Darin CO_2 %	Auf $CaCO_3$ berechnet %
Feinsand	0,5 — 0,2 mm	0,16	nicht bestimmt	—
	0,2 — 0,1 mm	3,20	0,67	1,52
	0,1 — 0,05 mm	28,24	0,95	2,16
Tonhaltige Teile	0,05 — 0,01 mm	28,00	2,89	6,56
	unter 0,01 mm	40,40	4,70	10,68

Ein dem Weserschlick vollständig analoger Elbschlick bei Krautsand bestand aus

	Korngröfsen	In 100 Teilen	Darin CO_2 %	Auf $CaCO^3$ berechnet %
Feinsand	0,5 — 0,2 mm	1,2	1,00	2,27
	0,2 — 0,1 mm	3,6	1,67	3,79
	0,1 — 0,05 mm	34,0	1,74	3,95
Tonhaltige Teile	0,05 — 0,01 mm	38,0	3,41	7,74
	unter 0,01 mm	23,2	5,35	12,15

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich deutlich, dafs der Gehalt der Schlemmprodukte an CO_2 bezw. $CaCO_3$ in dem Mafse zunimmt, wie die Korngröfsen abnehmen, mit andern Worten, dafs mit der Zunahme an tonhaltigen Teilen auch der Kalkgehalt steigt. Die Schlicktone sind demnach

von Natur kalkreicher als die Schlicksande, vorausgesetzt, dafs nicht Schalen von Muscheln letztere durchsetzen. Meine Beobachtungen an verschiedenen jüngeren Marschbildungen gehen aber dahin, dafs dieselben in ihren oberen Schichten nur ganz vereinzelt Schalenreste aufweisen, dafs solche vielmehr erst in einer Tiefe von $1^1/_2$—2 m, meist sogar erst in noch gröfserer Tiefe aufzutreten pflegen. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung darin, dafs das Hochwasser die Conchylienschalen wegen ihrer Schwere nur in gröfserer Tiefe mit sich fortreifst, dafs jedoch die oberflächlichen Wassermengen, die doch in erster Linie die höheren Aufschlickungen hervorrufen, frei davon sind.

Die Tatsache, dafs die tonreichsten Schlickbildungen zugleich die kalkreichsten sind, steht in scheinbarem Widerspruch mit der in landwirtschaftlichen Kreisen herrschenden Ansicht, dafs die sandigen Schlickböden kalkreicher seien als die tonreichen. Dieser Irrtum rührt daher, dafs beim Begiefsen der sandigen Böden mit Säure, wie es in der landwirtschaftlichen Praxis üblich ist, ein lebhafteres Entweichen von Kohlensäure stattfindet, als in den tonhaltigeren Böden. Im sandigen und daher porösen Boden verteilt sich die Salzsäure sofort, sodafs sie in der ganzen von ihr durchtränkten Masse zu gleicher Zeit ein Aufbrausen hervorruft; man erhält dann den Eindruck eines hohen Kalkgehalts. Bei tonreichen Schlickböden kann die Salzsäure nicht so leicht in den Boden dringen, sie wirkt nur oberflächlich und kann daher nur ein relativ geringes Aufbrausen bewirken.

Die Schwankungen, die Seyfert's Tabellen im Gehalt an CO_2 aufweisen, und die sich auch in meinen Untersuchungen wiederfinden, sind zweifellos zum gröfsten Teil auf die stets wechselnde mechanische Beschaffenheit des Detritus und Schlicks zurückzuführen.

Ordnet man die Tabelle auf Seite 16 derart, dafs man die Gehalte an tonhaltigen Teilen ihrer Gröfse nach folgen läfst, so ergibt der Vergleich mit dem entsprechenden Kalkgehalt zwar kein mit mathematischer Genauigkeit erfolgendes proportionales Anwachsen, im grofsen und ganzen ist jedoch obige Gesetzmäfsigkeit dennoch zu erkennen. Den am ruhigen Westufer des Jadebusens bei Dangastermoor und Ellenser-

damm abgelagerten Schlickböden mit 84,0 und 77,6 % tonhaltigen Teilen und 12.10 bezw. 11,62 % $CaCO_3$ stehen die feinsandreichen Böden der aus lebhaft bewegtem Wasser niedergeschlagenen Schlicke von Langwarden, Döse und Spiekeroog mit 6,0 und 8,8 bzw. 18,8 % tonhaltigen Teilen und nur 3,08 und 4,14 bezw. 4,42 % $CaCO_3$ gegenüber.

Der Detritus des Wassers bei Wremertief, welcher den oben bereits angegebenen Gehalt von 11,79 % $CaCO_3$ enthält, war in einer Probe bestimmt, die zur Zeit längeren Stillstandes des Hochwassers entnommen wurde, zu einer Zeit also, in welcher das Hochwasser bereits die schwereren Bestandteile seines Detritus abgelagert, zum mindesten in tiefere Wasserschichten hatte sinken lassen. Das oberflächliche Wasser enthielt daher hauptsächlich nur noch tonhaltige Teile und demgemäfs auch hohen Kalkgehalt.

Die grofsen Unterschiede im Gehalt an Karbonaten im marinen Schlick lassen eine Trennung in Schlicktone und Schlicksande ratsam erscheinen. In der Natur finden sich allerdings sämtliche nur möglichen Mischungsverhältnisse von Ton und Feinsand, und somit auch entsprechende Unterschiede im Karbonatgehalt, immerhin dürfte es zweckmäfsig sein, die Extreme genauer festzulegen.

Die fluviatilen Ablagerungen sind, da sie meist aus ruhigerem Wasser erfolgen, nicht in dem Grade, wie der marine Schlick, Schwankungen in der mechanischen Beschaffenheit unterworfen; für die Wesermarschen war eine Trennung dieser Sedimente in Schlicktone und Schlicksande wenigstens belanglos.

Es dürften sich demnach für die Untersuchungen der Wesermarschböden die Resultate der analytischen Befunde derartig zusammenfassen lassen, dafs man als Mittelwert des Karbonatgehalts annimmt:

für marine Schlicktone = 9,56 %
für marine Schlicksande = 3,88 „
für marin-fluviatile Schlicktone = 7,09 „
für fluviatile Schlicktone = 5,33 „

Diese den Schlickanalysen entsprechenden Mittelwerte stimmen mit dem Karbonatgehalt des Detritus im unvermischten und vermischten Weserwasser ziemlich gut überein. Dem marin-fluviatilen Schlick mit 7,09 % $CaCO_3$ steht im Detritus ein Karbonatgehalt von 7,73 %, dem fluviatilen Schlick mit 5,33 % ein solcher von 4,81 % gegenüber.

* * *

Wie seitens der Moorversuchstation in Bremen[1]) ausgeführte Schlickanalysen erkennen lassen, besitzen die Schlicktone an der Nordseeküste eine ziemlich gleichmäfsige Zusammensetzung.

Schlick in trockenem Zustande enthielt:

	bei Bremerhaven	Wilhelmshaven	im Dollart
Unlösliches	67,05 %	65,30 %	64,38 %
Kalk	5,86 „	6,57 „	7,09 „
Magnesia	1,71 „	1,81 „	1,85 „
Kali	0,73 „	0,89 „	0,62 „
Posphorsäure	0,21 „	0,18 „	0,23 „
Kohlensäure	?	5,72 „	?
Stickstoff	0,30 „	0,27 „	0,31 „

Zwei weitere Schlickanalysen, im Pedologischen Laboratorium der Kgl. Geologischen Landesanstalt ausgeführt, enthielten

	bei Wremertief (Nordsee)	Krautsand (Elbe)
Kieselsäure	66,83 %	69.91 %
Kalk	4,34 „	4,24 „
Magnesia	1,66 „	1,41 „
Kali (in Flufssäure löslich)	2,23 „	2,14 „
Phosphorsäure	0,25 „	0,21 „
Kohlensäure	3,20 „	3,02 „
Humus	3,03 „	2,48 „

Besonders im Gehalt an Unlöslichem, an Magnesia und Phosphorsäure weisen die untersuchten Schlicktone nur geringe Unterschiede auf.

[1]) Landwirtsch. Jahrbücher, 15. Bd. 1886.

B. Die Bodenarten der Marschen.

Sobald der vom Nordsee- und Weserwasser abgelagerte Schlick eine Höhe erreicht hat, dafs gewöhnliches Hochwasser ihn nicht mehr überfluten kann, oder sobald der Mensch durch Eindeichung den Zutritt des Wassers künstlich verhindert, tritt für den Marschboden die Periode der Verwitterung ein. Zunächst werden die im salzigen Wasser enthaltenen gelösten Bestandteile (Chloride etc.) innerhalb weniger Monate von den Sickerwässern aus den oberflächlichen Bodenschichten ausgewaschen und im Laufe der Zeit in immer gröfsere Tiefen geführt. Die für den Salzgehalt charakteristischen Pflanzen, wie *Cochlearia, Salicornia, Glaux, Aster* etc.,[1]) verschwinden demgemäfs in kurzer Zeit. Die mechanische Verwitterung der Schlickböden, die eine Fortführung toniger Bestandteile zur Folge hätte, ist nur eine ganz minimale, da das Gelände der Marschen ein ebenes ist. Viel wichtiger sind die chemischen Verwitterungsvorgänge. Der rezente Schlick besteht in der Hauptsache aus Ton, Feinsand, kohlensaurem Kalk, Humus und Resten kleiner Lebewesen. Diese Konstituenten können in ihren Mengenverhältnissen den gröfsten Schwankungen unterworfen sein. Vom feinsandärmsten Ton bis tonärmsten Feinsand, vom kalkfreien bis kalkreichen Schlick sind alle Übergänge vorhanden; dasselbe gilt für den Gehalt an Humus. Sowohl oberflächlich wie nach der Tiefe zu können solche Unterschiede auftreten.

Die gröfste und am leichtesten erkennbare Veränderung erleiden die Marschböden durch die auf bekannten Verwitterungsvorgängen beruhende Entkalkung und Eisenausscheidung. In den älteren Marschböden ist der Kalk bereits bis 2 m und darüber in die Tiefe geführt. Der kalkreiche Untergrundboden dient bekanntlich dem Landwirt als Meliorationsmittel und wird als Wühlerde (Kuhlerde) bezeichnet.

Nach der Entkalkung findet in den oberflächlichen Schichten eine mehr oder weniger starke Ausscheidung von Eisenhydroxyd statt, welche auf die Böden verkittend und

[1]) W. O. Focke, Zur Kenntnis der Bodenverhältnisse im niedersächsischen Schwemmlande. Abh. d. Nat. Ver. Bremen 1875.

verhärtend wirkt und sie so für den landwirtschaftlichen Betrieb minderwertig gestaltet. Ein solcher eisendurchsetzter Boden heifst Knick.

Was die Wühlerden anbelangt, so ist, wie ihre mechanische Beschaffenheit, so auch der Kalkgehalt derselben naturgemäfs ein sehr verschiedener. Von 40 untersuchten Proben von Blatt Eckwarden besitzen 17 einen geringeren Kalkgehalt ($CaCO_3$) als 5 %, 26 bewegen sich zwischen 5 und 7 %, 13 zwischen 7 und 9 %, 5 enthalten mehr als 9 %. Der höchste Gehalt beträgt 9,99 %. Diese fast durchweg sehr sandigen Wühlerden werden zum gröfsten Teil in ihrem ursprünglichen Zustande keinen sehr hohen Kalkgehalt besessen haben, da sie in ihrer mechanischen Zusammensetzung den marinen Schlicksanden zuzurechnen sind. Wenn sich trotzdem in den Untergrundschichten ein relativ hoher Karbonatgehalt findet, so rührt dies daher, dafs die Karbonate in die Tiefe geführt werden und hier naturgemäfs eine Anreicherung hervorrufen.

Von Interesse ist das Vorkommen von Osteocollen und Pseudo-Gaylussitkrystallen in den Wühlerden des Jeverlandes, in Marschböden, die zu den ältesten marinen Ablagerungen gehören.

Gelegentlich meiner Untersuchungen mir bekannt gewordene Fundstätten sind Ussenhausen und Haus Middoge nordwestlich Jever und Pürkswarfe nordöstlich Sillenstede. Diese Vorkommnisse sind in der Literatur bisher nicht bekannt, wohl aber solche von Eiderstedt in Schleswig-Holstein, vom Dollart, von Sangerhausen und aus Nevada. Der Pseudo-Gaylussit (Thinolit) ist bereits von H. Barfod beschrieben.[1])

Die Länge der mir zugängig gewordenen Krystalle schwankt zwischen 2 und 3 cm. Dieselben finden sich in einer Tiefe von $1^1/_2$ bis 2 m und sind in der Regel von tonigen Kalkkonkretionen eingeschlossen, die bald kugelförmig, bald cylinderförmig gestaltet sind. An kohlensaurem Kalk enthielt die Substanz einer Konkretion 49,02 %, die des eingeschlossenen Krystalls 82,5 %. —

[1]) H. Barfod, Pseudo-Gaylussit im Marschboden Schleswig-Holsteins. Prometheus Nr. 523. Berlin 1899.

Über den Knick liegen ältere Untersuchungen von Arends[1]) und Wicke[2]) vor, welche das Wesentliche dieser Bodenart, die Durchsetzung mit roten Adern, bereits richtig erkannt haben. Neuere, auf analytischen und geognostischen Befunden beruhende Untersuchungen von F. Dudy[3]) und dem Verfasser[4]) stimmen darin überein, dafs nach der Entkalkung der oberflächlichen Schichten eine Eisenausscheidung eintritt, welche die an und für sich schon sehr bindigen Tonböden noch mehr verkittet und erhärtet und so aus einer von Natur fruchtbaren Bodenart eine landwirtschaftlich minderwertige entstehen läfst. In den oberflächlichen Schichten, welche als sogn. Bauerde der landwirtschaftlichen Kultur unterliegen, ist die Eisenausscheidung wegen der fortwährenden Bodenbearbeitung meist nicht zu erkennen, sondern erst in dem der Bauerde folgenden Untergrunde.

Die Eisenausscheidung wird zweifellos durch die Vegetation sehr gefördert. Die im Boden verwesenden Wurzelreste hinterlassen Hohlräume, die allmählich mit Eisenhydroxyd ausgefüllt werden. Ich konnte zuweilen das ganze Wurzelsystem verwester Gräser in schöner rotbrauner Zeichnung im Knick erkennen.

In der Regel sind die Knickböden frei von kohlensaurem Kalk, nicht selten treten jedoch auch in Wühlerden rote Adern von Eisenhydroxyd auf, die ebenfalls meist dadurch entstanden sind, dafs tiefwurzelnde Pflanzen nach ihrem Absterben dort Hohlräume hinterliefsen, in die das Eisen infiltrierte.

Eine andere Abart des Schlicks, für welche der Gehalt an Schwefeleisen charakteristisch ist, und welche landwirtschaftlich wegen ihrer Giftigkeit sehr gefürchtet wird, ist in den Wesermarschen als Pulvererde, in den Elbmarschen als Maibolt bekannt. Analytische Untersuchungen dieser

[1]) Fr. Arends, Ostfriesland und Jever in geogr., statist. und landw. Hinsicht. Emden 1818.

[2]) Wicke, Untersuchung der Bodenarten aus der oldenburgischen Marsch, Journ. für Landw. VII, 1862.

[3]) F. Dudy, Ein Beitrag zur Kenntnis des Knicks. Landw. Blatt f. d. Herzogt. Oldenburg, Nr. 10. 1898.

[4]) F. Schucht, Blatt Jever und Erläuterungen. Oldenburg 1899.

Böden sind bereits des öfteren ausgeführt. Über den Maibolt hat K. Virchow [1]) eingehende Untersuchungen veröffentlicht, aus welchen folgt, dafs sich das Zweifach-Schwefeleisen desselben bei Luftzutritt in freie Schwefelsäure und Eisenvitriol zersetzt, dafs das Schwefeleisen aber in einer Modifikation im Boden enthalten sein mufs, welche eine nur ganz allmähliche Oxydation erfährt, oder dafs es schwer lösliche basische Sulfate sind, die freie Schwefelsäure liefern. Auf letztere Mutmafsung kommt Virchow auf Grund der Analysen von Wicke [2]) und von v. Bemmelen [3]), welche in der Pulvererde basische Sulfate von Fe_2O_3 und Al_2O_3 nachgewiesen haben.

In den Wesermarschen ist die Bezeichnung Maibolt unbekannt; die dort besonders häufig vorkommende Pulvererde wird aber in der Literatur als eine dem Maibolt entsprechende Bodenart behandelt. Nach den analytischen Untersuchungen, die seitens der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Oldenburg mit der Pulvererde ausgeführt werden, und über deren vorläufige Ergebnisse P. Petersen [4]) und R. Schaller [5]) berichten, „weicht die Zusammensetzung der Pulvererde von derjenigen des gewöhnlichen Marschbodens nicht ab; erst durch sekundäre Einflüsse ist sie aus letzterem entstanden. Sie kann ebenso gut aus dem sandärmsten Ton wie aus dem tonärmsten Sand bestehen. Ganz innerhalb derselben Grenzen schwankt auch ihr Gehalt an Kalk, Phosphorsäure und Kali, ebenso an Humus, welch letzterer von anderer Seite als besonders hoch hingestellt wird. Dagegen sind schwefelsaure und salpetersaure Salze in typischen Pulvererden nicht vorhanden.“ Der Humusgehalt

---

[1]) K. Virchow, Das Kehdinger Moor und seine landw. Meliorierung durch Marschboden. Landw. Jahrb. Berlin 1880.

[2]) Wicke, Untersuchung der Bodenarten etc. Journal f. Landw. 1861 bis 1862.

[3]) J. M. v. Bemmelen, Bodenuntersuchungen in den Niederlanden. Die landw. Versuchsstationen, Bd. 8.

[4]) P. Petersen, Über die Zusammensetzung, Entstehung u. landw. Beziehungen der Pulvererde. Bericht über die Tätigkeit d. Versuchs- und Kontrollstation Oldenburg 1901.

[5]) R. Schaller, Über Pulvererde und Knick. Deutsche Landw. Presse Nr. 96. Berlin 1900.

der von R. Schaller untersuchten Pulvererden schwankt zwischen 0,63 bis 6,33 %, im Mittel betrug er etwa 3 %.

An kohlensaurem Kalk enthielten zwei der untersuchten Proben nur Spuren, sechs dagegen mehr als 6—7 %.

Schaller nimmt in der Pulvererde Einfach-Schwefeleisen an; denn er hat Schwefelsäure und Eisenvitriol nicht nachweisen können. Die Ursache der Giftigkeit der Pulvererde ist aber von ihm noch nicht mit Sicherheit festgestellt.

„Was die Bildungsweise der Pulvererde betrifft", heifst es weiter, „so wird man nicht fehlgehen, wenn man auch sie oder wenigstens einen grofsen Teil der schwefeleisenhaltigen Böden aus der gewöhnlichen Marscherde durch die Tätigkeit derselben Bakterien entstanden ansieht, durch welche schwefeleisenhaltiger Teichschlamm seine charakteristischen Eigenschaften erhielt. (Beyerinck, Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde Bd. I, Heft 1—3)."

Aus den Analysen des Maibolt und der Pulvererde geht bereits die wichtige Tatsache hervor, dafs das Schwefeleisen in verschiedenen Modifikationen in ihnen enthalten ist, im ersteren als Zweifach- in der letzteren als Einfach-Schwefeleisen. Die beiden Bodenarten sind aber nicht nur chemisch, sondern auch genetisch grundverschieden. Durch meine Untersuchungen in den Weser- und Elbmarschen habe ich mir über die Bildungsweise und das Vorkommen des Maibolts und der Pulvererde genügende Klarheit verschaffen können und wenn ich im folgenden diese beiden Bodenarten vom geologischen Gesichtspunkte aus definiere, so hoffe ich damit die bisherigen unklaren Vorstellungen in der Literatur zu beseitigen und dahin zu wirken, dafs fernere Untersuchungen chemischer Art nur unter genügender Berücksichtigung der geologischen Momente vorgenommen werden.

Bevor sich unsere Marschmoore an der Elbe und Weser bildeten — in einem späteren Kapitel werde ich des näheren hierauf zurückkommen — befanden sich an ihrer Stelle lagunenartige Gewässer, auf deren schlickigem Grunde sich allmählich ein dichter Bestand von Sumpfgewächsen (besonders von *Phragmites*) bildete, aus welchem dann ein Dargmoor entstand. Durch die fortwährende Einwirkung

der Sickerwässer fand eine tiefgehende Entkalkung des Schlickuntergrundes statt. Da in demselben Pflanzenreste, besonders solche von *Phragmites,* fast regelmäfsig vorhanden sind, und vermutlich auch mit den Sickerwässern humose Stoffe in die mineralischen Untergrundschichten infiltrieren, so ist bei dem vorhandenen Luftabschlufs die Möglichkeit zu Reduktionsprozessen gegeben, als deren Endprodukt wir das Zweifach-Schwefeleisen vorfinden. Ein solcher Schlick heifst Maibolt. Im grofsen und ganzen ist derselbe gewöhnlichem Schlick sehr ähnlich, er ist jedoch mit schwärzlichen schwefeleisenhaltigen Schlicklagen durchsetzt. Er ist stets frei von kohlensaurem Kalk. Maibolt bildet den Untergrund des Kehdinger und Schweier Moors; die Bewohner des letzteren bezeichnen ihn nur als „schlechte Erde".

Die Pulvererde dagegen ist, wie P. Petersen und R. Schaller richtig erkannt haben, mit dem schwefeleisenhaltigen Teichschlamm identisch. Ich konnte sie in den Marschen überall dort nachweisen, wo langsam fliefsende oder stagnierende Gewässer sich befinden oder in früheren Zeiten sich befunden haben. Wo ehemalige Flufsläufe zugeschlickt sind — und dieser Fall ist für die Wesermarschen sehr häufig — tritt die Pulvererde naturgemäfs als Untergrundboden auf, von gewöhnlichem Schlick bedeckt. Die Pulvererde kann somit von gröfster Wichtigkeit sein, sobald es sich um Auffindung alter Flufsläufe handelt.

Die Pulvererde ist in frischem Zustande bläulich schwarz; an der Luft nimmt sie bald die Farbe gewöhnlichen Schlicks an; unter Luftabschlufs gebracht, wird sie jedoch bald wieder schwarz. Schaller hat, wie oben bereits gesagt, Einfach-Schwefeleisen in ihr nachgewiesen und schreibt dessen Bildung Bakterien zu, die bei völligem Abschlufs des Luftsauerstoffs ihr Sauerstoffbedürfnis aus schwefelsauren Salzen befriedigen, die sie in Sulfide verwandeln. Die Vorgänge sind so zu denken, dafs z. B. schwefelsaurer Kalk in Sulfid reduziert wird, aus welch letzterem sich dann bei Gegenwart von Eisenoxydulverbindungen Einfach-Schwefeleisen, bei einer solchen von Eisenoxydverbindungen dasselbe Schwefeleisen nebst abgeschiedenem Schwefel bildet.

Eine andere Möglichkeit für die Bildung des Schwefel-

eisens ist die, dafs der bei der Fäulnis organischer Substanz sich bildende Schwefelwasserstoff die Eisenverbindungen der im Wasser gelösten oder suspendierten Teile als Einfach-Schwefeleisen niederschlägt.[1])

Im Gegensatz zum Maibolt, welcher keinen kohlensauren Kalk enthält, kann die Pulvererde bald arm, bald reich daran sein.

Eine Pulvererde mit sehr hohem Kalkgehalt ergab nach meiner Analyse 14,10 % $CaCO_3$. Der Gehalt an Schwefeleisen in derselben betrug 2,26 %.

C. Beziehung zwischen Verwitterung und Alter der Böden.

M. Märcker hat, um das Düngerbedürfnis Oldenburger Marscherden festzustellen, eine Reihe von Analysen veröffentlicht,[2]) die auch in geologischer Beziehung Interesse verdienen.

Märcker hat nämlich von 5 verschiedenalterigen Groden am südlichen Westufer des Jadebusens die Oberkrumen analysiert und folgende Mittelwerte gefunden:

Bezeichnung der Erden	Bedeich.-jahr.	P_2O_5	N	K_2O	CaO	$CaCO_3$
Blauhandter Groden	1659	0,151	0,25	0,59	2,27	4,06
Ellenserdammer Groden	1732	0,152	0,24	0,66	3,87	6,72
Friedr.-Aug.-Groden	1780	0,193	0,23	0,68	4,88	8,71
Adelheidsgroden	1822	0,235	0,23	0,62	5,16	9,21
Petersgroden	1852	0,250	0,23	0,56	5,28	9,42

Diese Zusammenstellung besagt, dafs der Gehalt an Stickstoff und Kali nur ganz geringe Veränderungen aufweist. Der Phosphorsäuregehalt und in noch höherem Grade der Gehalt an Kalk (CaO und $CaCO_3$) nehmen dagegen mit dem Alter der Böden ab. Nimmt man für sämtliche

[1]) G. Bonne, Neue Untersuchungen und Beobachtungen über die zunehmende Verunreinigung der Unterelbe, eine Folge der gemifsbrauchten Lehre von der Selbstreinigungskraft der Flüsse. Leipzig, Verlag von Leineweber, 1902.

[2]) M. Märcker, Zusammensetzung und Düngebedürfnis Oldenb. Marscherden. Berlin, Parey, 1896.

Groden eine ursprünglich gleichartige Zusammensetzung an, so hätte die Phosphorsäure in 236 Jahren 40 %, der Kalk (*Ca O*) 57 % nach Märckers Berechnung verloren.

Märcker führt die Abnahme des Gehalts an Phosphorsäure und Kalk auf den landwirtschaftlichen Raubbau zurück, welcher naturgemäfs dem Boden eine grofse Menge mineralischer Nährstoffe entzieht. Die Verwitterungsvorgänge zieht Märcker jedoch gar nicht in Betracht, und doch ist die Rolle, welche dieselben spielen, besonders bezüglich des Kalkgehalts, eine sehr grofse. Ähnliche Unterschiede, wie sie die Märcker'schen Zahlen zeigen, fand ich bei den verschiedenalterigen Böden des Augustgrodens. Aufser an Phosphorsäure und Kalk zeigt sich bei diesen auch eine merkliche Abnahme an Kali, Tonerde und Humus. Die Oberkrumen (bis 2 dm Tiefe) enthielten:

Bezeichnung des Bodens	Bedeich.-jahr.	Abschl. Teile %	P_2O_5	CaO	K_2O	N	Fe_2O_3	Al_2O_3	Humus
Augustgrd.	1853/55	59,0	0,20	0,46	0,55	0,34	4,95	6,51	1,56
Augustgr.-Aufsengrd.	nicht bedeicht	74,8	0,28	4,99	1,00	1,21	4,42	9,26	5,04

Derjenige Konstituent des Schlicks, der uns die Verwitterungsvorgänge am leichtesten erkennen und verfolgen läfst, und der sich mir für Bestimmung der Altersunterschiede der Marschböden als der einzige und sicherste Indikator erwiesen hat, ist das Calcium- (und Magnesium-) Karbonat. Die Prüfung auf Karbonatgehalt ist bekanntlich eine sehr einfache und läfst sich bei Untersuchungen im Felde leicht ausführen.

Die nach der Entkalkung eintretende Eisenausscheidung in den Marschböden, also die Kniekbildung, gibt für eine Altersbestimmung der Marschen keine genügende Grundlage, wenn auch aus meinen Untersuchungen hervorgeht, dafs die ältesten Böden in der Regel auch die stärkste Kniekbildung aufweisen.

Dafs die Verwitterungstiefen der Karbonate die Altersunterschiede der Marschböden deutlich erkennen lassen, will ich unter Zugrundelegung meiner Aufnahmeergebnisse von Blatt Eckwarden an einigen Beispielen des näheren beweisen.

Auf genanntem Blatte wurden annähernd 1000 Handbohrungen von mir ausgeführt. Es würde ermüdend wirken, wollte ich dieselben sämtlich hier verzeichnen, ich werde mich deshalb darauf beschränken, bei den jedesmaligen Beispielen die Anzahl der Bohrungen und die Durchschnittsprofile oder letztere allein anzuführen. —

Der Schlick der Watten und Aufsengroden, also die jüngsten Ablagerungen, sind auch oberflächlich noch vollständig mit Karbonaten durchsetzt. So wies der Aufsengroden nordwestlich Tossens südlich vom Peters-Denkmal bei 6 Bohrungen das Durchschnittsprofil

$$\frac{K\mathfrak{S}T\,6-12}{K\mathfrak{S}}$$

auf.[1]) Der Aufsengroden des Augustgrodens am östlichen Jadebusen besitzt als Durchschnittsprofil von 22 einander gleichartigen Bohrungen:

$$KT\,4-15$$
$$\Sigma KT\,(\mathfrak{S}T,\,T\mathfrak{S}).$$

Der eigentliche Augustgroden, obwohl bereits 1853—55 bedeicht, also fast 50 Jahre lang dem Einflufs des Meeres entzogen, besitzt ebenfalls oberflächlich, wenn auch geringen, Karbonatgehalt; die 24 ausgeführten Handbohrungen ergaben das Profil:

$$\frac{\breve{H}\breve{K}T\,1}{\overline{KT-K\mathfrak{S}T}\,10-15}$$
$$\Sigma KT-\Sigma K\mathfrak{S}T$$

[1]) Die benutzten Buchstaben und Zeichen bedeuten S = Sand, sandig; $\mathfrak{S}$ = Feinsand, feinsandig; K = Eisen, eisenschüssig; H = Humus, humos; T = Ton, tonig; k = Kalk, kalkig; Σ = Schwefeleisen, schwefeleisenhaltig; s = sandstreifig; $\mathfrak{s}$ = feinsandstreifig; t = tonstreifig; h = humusstreifig; ε = eisenstreifig. Ein Häkchen bedeutet „schwach", ein Strich „stark". $T\mathfrak{S}$ = toniger Feinsand; $\bar{T}\mathfrak{S}$ = starktoniger Feinsand; $\breve{H}\mathfrak{S}T$ = schwach humoser feinsandiger Ton etc.

$$\frac{HT\mathfrak{S}\,2}{\mathfrak{S}T\,6}$$
$$K\mathfrak{S}T$$

heifst:

Humoser toniger Feinsand, 2 dm mächtig, lagert über 6 dm mächtigem feinsandigen Ton, und dieser wieder über kalkigem feinsandigen Ton, der bei 20 dm noch nicht durchbohrt war.

Der Aufsengroden besitzt einen Gehalt an $CaCO_3$ von 11,33 %, der eingedeichte Augustgroden einen solchen von 0,82 %. Innerhalb von 50 Jahren hat demnach der Boden durch Verwitterung und Raubbau ca. 10,41% $CaCO_3$ verloren, mithin 91,9 % seines ursprünglichen Gehalts. Ein solcher Vergleich ist möglich, da die mechanische Zusammensetzung dieser genetisch gleichartigen Böden fast dieselbe ist.

* * *

Der westlich vom Tossenerdeich liegende Marschstreifen zeigt folgende Verhältnisse. Am Gröninger Wege in der Richtung vom Seedeich nach Kleintossens, also gleichlaufend mit der Richtung der Aufschlickung, fanden sich folgende Profile:

$\breve{H}\breve{T}\mathfrak{S}$ 3	$\breve{H}T\mathfrak{S}$ 2	$\breve{H}\bar{T}\mathfrak{S}$ 2	$\breve{H}\bar{T}\mathfrak{S}$ 2	$\breve{H}\mathfrak{S}T$ 2
$\bar{K}T\mathfrak{S}$ 2	$T\mathfrak{S}$ 2	$\bar{T}\mathfrak{S}$ 2	$T\mathfrak{S}$ 1	$\mathfrak{S}T$ 3
$K\mathfrak{S}T$ 10	$\breve{K}T\mathfrak{S}$ 2	$\bar{K}\mathfrak{S}T$ 2	$K\breve{T}\mathfrak{S}$ 3	$KT\mathfrak{S}$ 6
$KT\mathfrak{S}$ 4	$K\bar{\mathfrak{S}}T$ 4	$\varepsilon KT\mathfrak{S}$	$K\mathfrak{S}T$	KT
$K\breve{T}\mathfrak{S}$	$KT\mathfrak{S}$	$KT\mathfrak{S}$ 4		
		$K\breve{T}\mathfrak{S}$		

Am Rheinsweg in der Richtung Seedeich bis Tossenser Altendeich lauten die Profile:

$HT\mathfrak{S}$ 3	$HT\mathfrak{S}$ 2	$H\bar{T}\mathfrak{S}$ 2	$HT\mathfrak{S}$ 2	$H\mathfrak{S}T$ 2
$K\mathfrak{S}T$-$KT\mathfrak{S}$	$\bar{K}T\mathfrak{S}$ 4	$T\mathfrak{S}$ 2	$T\mathfrak{S}$ 1	$\bar{\mathfrak{S}}T$ 1
	$K\mathfrak{S}T$ 5	$\bar{\mathfrak{S}}T$ 4	$KT\mathfrak{S}$ 4	$K\bar{T}\mathfrak{S}$ 4
	$KT\mathfrak{S}$ 3	$\breve{K}\mathfrak{S}T$ 3	$K\mathfrak{S}$	$K\breve{T}\mathfrak{S}$
	$K\mathfrak{S}$	$K\mathfrak{S}$		

Am Meidgrodenweg ergaben die Bohrungen in derselben Richtung:

$HT\mathfrak{S}$ 2	$HT\mathfrak{S}$ 2	$HT\mathfrak{S}$ 4	$H\mathfrak{S}T$ 2	$H\mathfrak{S}T$ 3
$T\mathfrak{S}$ 1	$\breve{K}T\mathfrak{S}$ 2	$KT\mathfrak{S}$ 3	εT 1	$K\mathfrak{S}T$ 5
$KT\mathfrak{S}$ 3	$\bar{K}\bar{T}\mathfrak{S}$ 5	$K\mathfrak{S}T$ 4	KT 8	KT 8
$K\bar{T}\mathfrak{S}$ 2	$K\mathfrak{S}T\mathfrak{S}$	$K\breve{T}\mathfrak{S}$ 5	$KT\mathfrak{S}$ 2	$KT\mathfrak{S}$
$K\mathfrak{S}$	$K\breve{T}\mathfrak{S}$	$K\mathfrak{S}T$	$K\mathfrak{S}T$	

Diese 15 Profile — weitere 76 Handbohrungen entsprechen denselben vollständig — zeigen aufs deutlichste,

dafs in dem betr. Groden der kohlensaure Kalk in ziemlich gleiche Tiefe, durchschnittlich in eine solche von 2,5 dm, geführt ist. Naturgemäfs ist die Grenzfläche der entkalkten Schichten zu den kalkhaltigen keine völlig ebene, sondern etwa eine wellenförmige, da Differenzen von 1—2 dm vorkommen. Aber immerhin lassen die 90 Bohrungen die durchschnittliche Tiefenstufe des kohlensauren Kalks deutlich erkennen.

Ein Profil am Rheinsweg führt erst bei 8 dm Tiefe Kalkgehalt; einige wenige andere abnorme Beispiele könnte ich diesem hinzufügen. Solche Ausnahmen finden ihre Erklärung darin, dafs gerade in unseren Marschen die Böden oftmals nicht mehr in gewachsenem Zustande vor uns liegen. Besonders durch das Ausheben von Gräben und das sogenannte Wühlen werden die normalen Lagerungsverhältnisse gestört, indem Untergrundsboden auf die Oberfläche geschafft wird und umgekehrt. Durch Anlage und Abtragen von Warfen und Deichen werden ebenfalls künstliche Veränderungen hervorgerufen.

Bei allen Bodenuntersuchungen in den Marschen — das möchte ich schon an dieser Stelle ausdrücklich betonen — besagt eine einzelne Handbohrung so gut wie garnichts; nur aus einer gröfseren Anzahl von solchen sind die normalen Verhältnisse herauszulesen und durch kulturellen Einflufs erfolgte Störungen zu erkennen. Dies gilt besonders für die ältesten Marschböden, die lange Kulturperioden hinter sich haben. In sehr vielen Fällen habe ich dort, wo ich abweichende Bohrresultate fand, durch Rücksprache mit dem Besitzer des Bodens feststellen können, dafs dort wirklich künstliche Bodenveränderungen vorlagen. In der Nähe von Warfen, Deichen, Gräben, Wohnstätten ist daher für Feststellung der Bodenprofile besondere Vorsicht nötig.

Die Entkalkung der Marsch westlich vom Tossenserdeich reichte

im nördlichen Dükergroden	bis	2,2 dm
im südlichen Dükergroden	„	3,3 „
zwischen Groninger- und Rheinsweg . .	„	2,6 „

zwischen Rheinsweg und Meidgrodenweg bis 2,9 „
südlich Meidgrodenweg . . . . . „ 1,9 „
zwischen Potenburg und Seedeich . . . „ 2,4 „
westlich Eckwarder Altendeich . . . . „ 2,5 „

Der gesamte Groden hat demnach eine durchschnittliche Entkalkung von 2,5 dm Tiefe. Diese Fläche ist im Jahre 1531 eingedeicht, hatte also eine Verwitterungsperiode von mindestens 368 Jahren zur Zeit der Untersuchung hinter sich.

* * *

Das Marschland südöstlich des Tossenser- und Eckwarder Altendeichs bis Fedderwarder Sieltief weicht von dem eben besprochenen, ihm benachbarten Gebiete hinsichtlich der Kalktiefen ganz erheblich ab; es hat eine durchschnittliche Tiefenstufe des kohlensauren Kalkes von 8,03 dm. Das Alter dieses Bodens ist historisch nicht nachweisbar.

Es wurden annähernd 150 Bohrungen in diesem Gebiete, das vorwiegend aus Schlicksanden besteht, ausgeführt. Das Durchschnittsprofil lautet:

$$\frac{\varepsilon T \mathfrak{S}\ 4}{\varepsilon \mathfrak{S} T - T \mathfrak{S}\ 4 \quad K \mathfrak{S} T - K T \mathfrak{S} - K \mathfrak{S}}$$

Die Tiefenstufen der Karbonate waren sehr gleichmäfsige, die Schwankungen betrugen auch hier nur 1 bis 2 dm, in ganz wenigen Fällen 3 dm.

* * *

Südlich des alten Deiches Iffens — Pumpe — Hayenschloot — Eckwarder Altendeich (des sogenannten Roddenser Deichs) lagert ein Schlickton, dessen Kalkgehalt in einer durchschnittlichen Tiefe von 15,7 dm beginnt. Gegen den Jadebusen wurde dies Gebiet in den Jahren 1555/56 durch Deiche geschützt. Dieser Marschboden besteht aus zum Teil sehr fetten Schlicktonen und besitzt das Durchschnittsprofil

$$\frac{\varepsilon T - \mathfrak{S} T\ 16}{K \mathfrak{S} T}.$$

Die Entkalkungstiefe war bei ca. 75 Bohrungen auch hier eine sehr gleichmäfsige. Dies Gebiet wurde vom Hayenschloot, dem jetzigen Alten Stollhammer Sieltief, durchflossen, dessen älteres sich weitausdehnendes Bett durch eine meist scharf absetzende Depression von 2 – 3 dm gekennzeichnet ist. In diesem älteren Flufsbette wurden die Schlicktone im Durchschnitt bei 5.6 dm karbonathaltig. Die Schwankungen in der Entkalkungstiefe waren hier jedoch gröfser als sonst; sie zeigten aber folgende Gesetzmäfsigkeit, die sich bei Untersuchungen anderer Wasserläufe wiederholte. Die Entkalkungstiefen nehmen nämlich mit der Entfernung vom jetzigen Flufslaufe zu, mit andern Worten, der Hayenschloot hat sich ganz allmählich aus seinem alten Bett zurückgezogen und so Alluvionen verschiedenen Alters gebildet. Demgemäfs finden sich nahe am Fluf's Durchschnittsprofile wie:

$$\breve{H}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{2}$$
$$\varepsilon\,\mathrm{K}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{10}.$$
$$\mathrm{K}\,\breve{\mathrm{K}}$$

weiter entfernt davon:

$$\varepsilon\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{5}$$
$$\mathrm{K}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T} - \mathrm{K}\,\mathrm{T}\,\breve{\mathrm{K}},$$

und an der äufsersten Begrenzung der Depression:

$$\varepsilon\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{11}$$
$$\mathrm{K}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T} - \mathrm{K}\,\mathrm{T}\,\breve{\mathrm{K}}.$$

Durch das Vorhandensein von Karbonaten lassen sich ferner frühere Überschwemmungsgebiete und Veränderungen des Hayenschloot genau verfolgen, indem dann karbonathaltige Schichten über karbonatfreien lagern. Derartige Profile waren:

$\breve{H}\,\breve{\mathrm{K}}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{1}$	$H\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{2}$	$\breve{H}\,\breve{\mathrm{K}}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{2}$	$\breve{H}\,\breve{\mathrm{K}}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{2}$
$\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{2}$	$\varepsilon\,\mathrm{T}_{10}$	$\varepsilon\,\mathrm{K}\,\mathrm{T}_{4}$	$\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{2}$
$\varepsilon\,\breve{\mathrm{K}}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{10}$	$\mathrm{K}\,\mathrm{T}\,\breve{\mathrm{K}}$	T_{6}	$\breve{\mathrm{K}}\,\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{13}$ etc.
$\mathrm{K}\,\breve{\mathrm{K}}$		$\breve{\mathrm{K}}\,\mathrm{T}_{5}$	$\mathrm{K}\,\breve{\mathrm{K}}$
		$\mathrm{K}\,\breve{\mathrm{K}}$	

Kulturelle Veränderungen durch Wühlen oder kalkhaltige Düngemittel waren hier ausgeschlossen.

Ein jüngeres, bedeutend schmaleres Bett des Hayenschloot, ebenfalls durch eine Depression gekennzeichnet, weist einen Schlick auf, welcher noch in den Oberkrumen kohlensauren Kalk enthält. Der vom Delta des Hayenschloot umgrenzte Boden hat jedoch wieder eine Entkalkungstiefe von 16,3 dm.

Diese meine anfänglichen Untersuchungen in den Marschen liefsen mir keinen Zweifel darüber, dafs in der Entkalkung der Böden das beste Mittel zur Altersbestimmung der Marschen gegeben sei. Zwar schien der Umstand, dafs ein Boden mit 15,7 dm Kalktiefe, wie es der zuletzt beschriebene ist, erst seit den Jahren 1555/56 eingedeicht war, ein anderer Boden mit nur 2.5 dm Kalktiefe bereits 1531, gegen die Möglichkeit einer Altersbestimmung zu sprechen. Diese Erscheinungen fanden jedoch durch weitere Untersuchungen ihre Aufklärung.

III. Geologisch-historische Untersuchungen.

A. Geognostische Beschreibung der Wesermarschen.

Die Geschichte der Wesermarschen und ihrer Bewohner spiegelt sich zum guten Teil in der Topographie des Landes wieder; denn kein anderer Boden trägt so sehr das Gepräge menschlicher Kulturarbeit und der Anpassung an physische Verhältnisse, wie die Marschen. Die Warfen (Wurten) und Deiche, der Verlauf der Flüsse und Gräben, das Vorkommen und die Gestaltung von Braken, die Art der Anlage von Wohnplätzen und Wegen in früherer Zeit, und endlich die alten Flurnamen selbst geben wertvolle Anhaltspunkte zur Erkenntnis der Entstehungsgeschichte unserer Marschen.

Die Urbewohner der Marschen wohnten auf Warfen, d. h. künstlichen, oft bis 6 m hohen Bergen, die gegen höhere

Fluten Sicherheit gewährten. Im Lande Wursten hat v. d. Osten[1]) Dorfwurten (Wierden), Hofwurten und Warfen unterschieden, von denen die beiden letzten nur für einzelne Gebäude, Mühlen etc., dann auch für Vieh bestimmt waren, während die mächtigen Dorfwurten Raum für gröfsere Gemeinwesen boten. Der zum Bau der Warfen nötige Boden entstammt zum Teil direkt der nächsten Umgebung derselben; noch jetzt ist das Gelände daselbst vielfach wellig, der Marschenbewohner bezeichnet es mit Mirrhen, Mirken, Fendel etc.

Dort, wo wir in den Marschen die Warfen, besonders die Dorfwarfen, in gröfserem Verbande gruppen- oder reihenweise vorfinden, haben wir die ältesten Kulturstätten und somit den ältesten Marschboden vor uns. Ich habe die Warfen, wie sie sich aus der Topographie der Meſstischblätter und der eigenen Beobachtung ergeben, in die beigefügte Karte eingezeichnet; ein Blick auf dieselbe zeigt, dafs ein grofser Teil der Marschen von der Meeresküste bis in die Nähe Bremens mit Warfen besetzt ist.

Nach dem Zeitalter der Warfen kam das der Deiche. Die Zeit der ersten Deichbauten ist historisch nicht nachweisbar; die ersten Anzeichen dafür finden sich im 9. Jahrhundert, starke Winterdeiche baute man jedoch erst im 10. bis 12. Jahrhundert.

Die Kenntnis der alten Deichlinien ist naturgemäfs für geologische Zwecke höchst wichtig, denn sie ermöglicht es uns, die physischen Veränderungen der Marschen an der Hand chronikalischer und kartographischer Überlieferung bis in fern entlegene Zeiten zurück zu verfolgen. Soweit sich der Verlauf und das Alter der früheren Deiche feststellen liefs, ist solches auf beigefügter Karte geschehen.

Das Vorkommen von Warfen und Deichen gibt, wie wir später sehen werden, für die Unterscheidung älterer und jüngerer Marschböden die wertvollsten Anhaltspunkte. —

[1]) G. v. d. Osten, Geschichte des Landes Wursten. Bremerhaven 1900. — Die Wurten im Lande Wursten, Vortrag; Geestemünde 1900.

Zum Zwecke der Entwässerung sind die Marschen von einem dichten Grabennetz durchzogen; auch künstliche und natürliche gröfsere Wasserläufe, sog. Tiefs, Flethe, Lösen etc., kommen überall in den Marschen vor. In den älteren Böden ist das Vorherrschen von gekrümmten Linien bei Gräben und Wasserläufen, auch bei Wegen unverkennbar, in den jüngeren Marschen dagegen sind die Kulturlinien gerade gezogen und verlaufen meist senkrecht zur neuen Uferlinie. Charakteristisch für die Marschen ist ferner das Vorkommen von Braken, (Kolken, Wehlen) d. h. rundlichen, oft auch langgestreckten und verzweigten Gewässern, die ihre Entstehung der aufwühlenden Kraft der Hochfluten bei Deichbrüchen verdanken.

Deuten die Braken einerseits auf die zerstörende Tätigkeit einer Hochflut hin, so können sie auch gleichzeitig, wie im Lande Wursten, auf das frühere Vorhandensein von Deichen hinweisen, wie v. d. Osten des näheren begründet. Ältere Braken sind oft verlandet und bilden jetzt Grünlandsmoore.

Dafs die Anlage von Wohnplätzen der früheren Marschenbewohner auf die derzeitige physische Gestaltung des Landes schliefsen läfst, tritt unter anderem bei denjenigen Ortschaften deutlich hervor, die am Rande der Moore gelegen sind. So ist z. B. die Marschniederung von Grofsenmeer an der „Oberströmischen Seite“ und „Moorseite“, also am Rande des Moors, dicht mit Gehöften besetzt, während die Marschniederung selbst — abgesehen von der erst in jüngerer Zeit entstandenen Ortschaft Meerkirchen — unbewohnt ist. Wir werden sehen, dafs noch im 16. Jahrhundert die Marschniederung Grofsenmeer bei Hochwasser in Wirklichkeit ein grofses Meer sein konnte. Am Rande des ansteigenden Hochmoors lebten die Bewohner in Sicherheit und konnten zugleich von dort aus die Marschniederung landwirtschaftlich ausnutzen. Ähnliche Verhältnisse finden sich in der Hunteniederung und am Ostrande des Schweier Moors.

* * *

Die alte Marsch des Jeverlandes ist nach Westen zu von Sandel bis Middoge durch die Sietwendung (= Deich), von Middoge bis Altgarmssiel durch den Tettenser, bis Mederns durch den Medernser Altendeich begrenzt. Im Norden bildet der Norderaltendeich, im Osten der Osteraltendeich, St. Jooster-, Wüppelser-, Pakenser und Inhauser Altendeich die Grenze. Die Abgrenzung der alten Marsch nach SO zu erfolgt durch die Deichlinie Voslapp — Breddewarden — Langewert — Dykhausen, also hauptsächlich durch den alten Madedeich.

Meine Aufnahmen auf Blatt Jever haben ergeben, dafs der diluviale Höhenzug des Jeverlandes fast in seinem ganzen Randgebiete von Mooren umsäumt ist, welche zum grofsen Teil wieder überschlickt wurden. Das Diluvium mit den Randmooren senkt sich nur ganz allmählich unter die Schlickalluvionen; an den verschiedensten Stellen der Marsch wurde daher schon bei 2 m Tiefe das Liegende derselben erbohrt. Die Entkalkungstiefe der Marschböden in der Nähe der Geest beträgt durchschnittlich 15 dm, im nördlichen Jeverlande nur 10—12 dm.

Die Entstehungsgeschichte dieser alten Marschböden ist so zu denken, dafs sich der Schlick zunächst kranzförmig um die sich flach abdachende Geest und ihre Moore, dann weiter nördlich bis Middoge-Wiarden auf dort angeschwemmten Sanden ablagerte. Denn im nördlichen Bezirke lagert vielerorts ein 2—3 m mächtiger Schlick über einem an marinen Schalenresten reichen Feinsande.

Sind die Warfen dieses Marschengebiets ziemlich regellos verteilt, so treten uns dieselben von Middoge bis Wiarden deutlich als eine Warflinie entgegen. Solche Warflinien, wie wir sie auch in Butjadingen und im Lande Wursten vorfinden, sind in geologischer Beziehung insofern wichtig, als sie uns den Verlauf einer ehemaligen Uferlinie verraten und somit über den weiteren Anwachs des Marschbodens Aufschlufs geben. Dafs die weitere Aufschlickung von der Warflinie Middoge—Wiarden nach NNW bis NW hin geschehen ist, läfst sich aus dem ziemlich gradlinigen Verlauf der Gräben und Wege senkrecht zu der Warflinie deutlich erkennen. Der neue Uferrand ist in früherer

Zeit zweifellos der Warflinie mehr oder weniger gleichlaufend gewesen, denn nordwestlich der Linie Middoge — Funnens ist noch in historischer Zeit ein Teil alten Marschbodens zerstört und durch jüngere Bildungen ersetzt.

Um zu beweisen, dafs die Warfreihen die ihnen zugesprochene geologische Bedeutung besitzen, mufs ich über die Bildungsweise der Marschböden einiges vorausschicken.

* * *

Tritt bei Hochwasser ein Flufs oder eine See, in unserem Falle die Weser und Nordsee, aus den Ufern — was im Mündungsgebiet unserer nordwestdeutschen Ströme zweimal täglich geschehen konnte, ehe sie bedeicht waren — so findet die Aufschlickung des Ufergebiets in der Weise statt, dafs die dem Ufer zunächst gelegenen Teile höher aufgebaut werden als die entfernter liegenden. Dies rührt daher, dafs das Überflutungswasser beim Uberschreiten der Ufer zunächst die gröfste Menge seiner suspendierten Teile niederschlägt, unter ihnen in erster Linie die spezifisch schwersten Teile, den Feinsand; erst zur Stauzeit schlagen sich dann auch die tonigen Teile nieder. Der Uferrand steht ferner am längsten unter Wasser, auch werden einige Fluten das vom Ufer entfernter liegende Land oft gar nicht erreichen, sondern schon vorher absorbiert sein. Es bildet sich somit im Laufe der Zeit ein Uferwall, der das niedrige Hinterland vor dem Zutritt der gewöhnlichen Fluten schützt. Die Abdachung dieses Walles ist naturgemäfs eine ganz flache, der Höhenunterschied nur ein geringer, von wenigen dm bis etwa $1\,^1/_2$ m. Am schärfsten konnte ich diese Art der Oberflächengestaltung in den Elbmarschen im Lande Kehdingen beobachten, wo die von der Elbe gebildeten Uferwälle sich bis 1 m erheben und sich deutlich sichtbar zum Kehdinger Moor hin bis unter Normal-Null (— 0,8 m) senken. Auch im Lande Wursten tritt diese Erscheinung besonders deutlich hervor.

Der Marschenbewohner bezeichnet den hoch aufgeschlickten Boden als „Hochland", den niedrig gebliebenen als „Sietland" (d. h. niedriges Land), eine Bezeichnung, die auch v. d. Osten in seiner Geschichte des Landes

Wursten gebraucht und der auch ich mich im folgenden anschliefsen werde.

Nach der Art der Aufschlickung besteht das Hochland in der Regel aus Schlicksanden, das Sietland aus Schlicktonen.

War das Sietland dem Hochlande gegenüber durch den Rand der Geest begrenzt, so bildete sich eine Mulde, die in der Regel mit stehendem Gewässer, welches sowohl von dem Uberflutungswasser, wie von den Abflufswässern der Geest herrühren konnte, angefüllt war. In dieser Mulde bildeten sich dann in Anlehnung an die Geest die sog. Randmoore. Die Moorbildung konnte zeitweilig durch neue Uberschlickungen vom Uferwall her unterbrochen werden, weshalb schlickdurchsetzte Niederungsmoorböden (Darg) und Wechsellagerungen von Schlick und Moor häufig vorkommen. Hohe Fluten vermochten das Hochland ja noch zu übersteigen, zumal nach erhöhter Aufschlickung des Flufsbettes oder nach erfolgter säkularer Senkung des ganzen Gebietes.

Eine solche Mulde bildet sich auch durch die Aufschlickungen zweier ziemlich gleichlaufenden Flüsse, wie in den Elbmarschen als typisches Beispiel dafür die durch die Elbe und Oste geschaffene Senke angeführt werden kann, welche jetzt das Kehdinger Moor ausfüllt. Die Mulde wird hier auf allen Seiten durch das Hochland der Flufsufer begrenzt; das so entstandene Moor bezeichnet man am besten als Marschmoor.

Die ausgedehnten und mächtigen Rand- und Marschmoore im Mündungsgebiet unserer nordwestdeutschen Flüsse verdanken ihre Entstehung den oben beschriebenen Aufschlickungsformen des Hochlandes und Sietlandes, und zwar fällt der Beginn dieser Moorbildungen — wenigstens für die Wesermarschen — in altalluviale Zeit, wie ich später noch ausführen werde. In jungalluvialer Zeit ist es in dem Sietlande der Marschen nur selten zur Moorbildung gekommen, und zwar deshalb nicht, weil in den meisten Fällen der Mensch den Abfluſs des stagnierenden Wassers bewirkte.

* * *

Kehre ich nach dieser Abschweifung zur Beschreibung des Jeverlandes zurück, so ist die Behauptung, dafs die Warfreihe Middoge-Wiarden einstmals den Uferrand bildete, dadurch bewiesen, dafs sich die Reihen der Dorfwarfen, wie in Butjadingen und dem Lande Wursten, so auch hier, stets auf dem Hochlande vorfinden, wo schon von Natur die sicherste Stelle zur Niederlassung geboten war. Das Sietland zu obigem Hochlande wurde durch das St. Jooster Tief entwässert. —

Nach Westen hin bildet die Sietwendung die Grenze gegen die jüngeren Bildungen des Harlebusens. Die Harle ist einstmals zu einem tief ins Land einschneidenden Busen, den Harlebusen, erweitert gewesen. Gegen die Überflutungen von dieser Seite her schützte die Sietwendung, auf deren westlicher Seite denn auch der Schlick 2—3 dm höher liegt als auf der östlichen Seite im Gebiete der alten Marsch. Die jüngeren Groden westlich Mederns sind noch in den Oberkrumen kalkhaltig; sie wurden erst in den letzten Jahrhunderten eingedeicht.

In dem westlich Middoge gelegenen, im Jahre 1570 eingedeichten Groden war die Entkalkung bereits 3 dm tief fortgeschritten.

Im nördlichen Jeverland findet sich nur ein schmaler Streifen jüngeren Marschbodens, ein breiterer dagegen im Osten. Nach SO zu, wo die alte Marsch des Jeverlandes ebenfalls eine Entkalkung von 15 dm aufweist, wird dieselbe durch die jüngeren Alluvionen des Madeflusses begrenzt.

In der Nähe dieses Flusses ist die Marsch auch oberflächlich noch mit Karbonaten durchsetzt, weiter nach den Deichen zu findet sich eine konstante Entkalkungstiefe von 2—3 dm. Die Grenze der älteren und jüngeren Marsch folgt hier nicht immer genau der Deichlinie; so finden sich z. B. Teile älteren Marschbodens nördlich Alt-Marienhausen südlich der Deichlinie, woselbst das Profil

$$\frac{\mathfrak{S}T\ 7-12}{K\mathfrak{S}T}$$

lautet.

Die Marsch zwischen Schaardeich, Altengrodener Riege, Neuengroden, Heppens, Kirchreihe, Ebkeriege führt den Kalk in 3—4 dm Tiefe.

Die Marsch südlich des Deichs Ebkeriege—Tonndeich bis zum Jadebusen mufs wieder zum alten Marschlande gerechnet werden, denn die Kalktiefe beträgt hier 14—18 dm. Im SO von Bant bis Mariensiel lagert der Schlick über Darg; dies Gebiet ist als älteres Marschland wiederum durch das Vorhandensein mehrerer Warfen gekennzeichnet.

Ein Streifen älteren Marschbodens findet sich dann noch am Rande der Geest und der Moore östlich Schortens—Dose—Etzel—Driefel—Steinhausen. Östlich dieses Streifens bis zum Jadebusen lagert eine an Warfen arme, an Deichen reiche junge Marsch, die sich erst seit dem 16. Jahrhundert gebildet hat. In ihr befinden sich mehrere inselartig auftretende Teile älteren Marschbodens, auf welche ich bei der Besprechung der Entstehung des Jadebusens ausführlicher zurückkommen werde.

Die ältesten Böden des Jeverlandes sind durch starke Knickbildung ausgezeichnet, besonders nördlich der Jeverländischen Geest. —

Die Wasserläufe sind aufser dem Mühlentief westlich Jever und dem Moorlandstief im Osten der Stadt als natürliche anzusehen, die allerdings zum Teil künstlich verändert sein können. Als natürliche Flufsläufe fasse ich wegen ihrer charakteristischen geschlängelten Form im Jeverland das Horumer-, St. Jooster-, Crildumer-, Hooksieler-, Inhausersieler-, Gr. Fedderwarder-, Upjever- und Mariensieler-Tief auf, die sämtlich ONO-Richtung zeigen; das Tettenser Tief allein hat einen nördlichen Lauf. Der Madefluſs hat wiederum ausgesprochene NO-Richtung. Die natürlichen Wasserläufe der Wesermarschen laufen entweder senkrecht zum Uferrande, wie im Lande Wursten, oder demselben parallel, wie im westlichen Butjadingen, und, wie ich annehme, auch im nördlichen Jeverlande.

Der Warfreihe Middoge—Wiarden mit dem St. Jooster Tief als Entwässerung des Sietlandes würden zwei weitere gleichlaufende Warfreihen Wichtens—Pievens—Oldorf—Gammens mit dem Crildumer Tief, und Wiefels—Westrum

—Waddewarden—Pakens mit dem Hooksieler Tief entsprechen. Die Aufschlickung dieses Gebietes wäre demnach von NNW erfolgt. Anders ist es mit der Made, welche ursprünglich — vor 1511 — mit dem Friedeburger Tief einen einheitlichen Flufslauf bildete. Wie zahlreiche andere der Geest entströmenden Gewässer hat sie ihren ursprünglichen, der Erstreckung der diluvialen Höhenzüge und Täler entsprechenden nordwestlich gerichteten Lauf auch in den Schlickalluvionen beibehalten.

Uber die hydrographischen Verhältnisse, sowie über alte Deichlinien des Jeverlands haben F. von Thünen,[1]) F. W. Riemann[2]) und O. Hagena[3]) wertvolle Beiträge geliefert, die weiter zu verfolgen den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde. Ich möchte nur die Schlufsfolgerung von Thünen's, dafs bei Lückenshof westlich Jever ein altes Flufsbett dadurch erwiesen sei, dafs man unter Schlick auf Sandschichten gestofsen sei, entgegentreten. Diese Schlufsfolgerung ist vollständig unzulässig, da sich überall in der Nähe der Geest unter dem Schlick, entweder direkt oder durch Moor getrennt, Sande vorfinden. Herr Professor Riemann-Jever, ein guter Kenner des Jeverlandes, teilte mir mit, dafs selbst im nördlichen Jeverlande der Untergrund einiger Warfe aus kiesigen Schichten bestehe, ein Zeichen dafür, dafs, wie schon auf Blatt Jever, so auch noch weiter nördlich sandiger bezw. kiesiger Untergrund stellenweise in geringer Tiefe auftritt.

* * *

Die vollständige Aufnahme des Blattes Eckwarden und sehr eingehende Untersuchungen im übrigen Butjadingen und im Stadland ergaben für dies Marschengebiet folgende Resultate. Als ältesten Boden Butjadingens ist das durch die Warfreihe Grofswürden—Eckwarden—Seeverns—

[1]) F. von Thünen, Entstehung und Beschreibung der Jeverländischen Marsch. Jeverländer Nachrichten 1844.

[2]) F. W. Riemann, Geschichte des Jeverlandes. Jever 1896. — Das Jeverland. Sonderabdruck. Oldenburg 1901.

[3]) O. Hagena, Jeverland bis zum Jahre 1500. Oldenburg 1901.

Süllwarden — Burhave — Waddens — Phiesewarden gekennzeichnete Hochland und das dazu gehörige, südlich angrenzende, sich bis zum Jadebusen und der jüngeren Heete-Marsch erstreckende Sietland anzusehen. Das Hochland ist wiederum durch das Vorherrschen von Schlicksanden ($T\mathfrak{S}$) und sandigen Schlicken ($\mathfrak{S}T$), das Sietland durch ein solches von fetten Tonen (T) ausgezeichnet. Das Sietland führt hier die Bezeichnung „Wisch".

Der Verlauf der Gräben und Wege ist sowohl nach der Seeseite wie landeinwärts ein zur Warflinie ziemlich senkrechter.

Die Tiefenstufe des Kalks beträgt im Hochland 12 bis 15 dm, im Sietland ist dieselbe verschieden. Südlich des Roddenser Deichs sinkt dieselbe auf 16 bis 17 dm, in der Nähe des alten Bettes des Hayenschloot auf 14 bis 15 dm. Wie im Lande Wursten, so mufs man auch hier annehmen, dafs das Sietland ganz oder zum Teil längere Zeiträume hindurch mit stagnierenden Gewässern bedeckt gewesen ist, die es erklärlich machen, dafs die Karbonate stellenweise in gröfsere Tiefen geführt wurden als in den Böden des gleichalterigen Hochlandes.

Im Stollhammerwisch und Abbehauserwisch ist das Sietland häufigen Überschwemmungen von Süden her ausgesetzt gewesen, denn die Kalktiefe beträgt hier nur 9 bis 10 dm. Bestätigt wird diese Annahme durch den Mitteldeich, der sich im Süden des Hochlandes durch ganz Butjadingen zieht und dessen Entstehung in das zehnte Jahrhundert gelegt wird, sowie durch einen zweiten Deich nördlich von Moorsee, dem das Jahr 1140 zugeschrieben wird. Ein weiterer Beweis für obige Annahme ist darin zu finden, dafs nördlich der Heete von Moorseersand bis dicht vor Atens in 12 bis 15 dm Tiefe moorige Schichten angetroffen wurden. Von der Heete aus müssen demnach nach der Bildung des Sietlands und seiner Moore Überschlickungen erfolgt sein. Ein gleiches Alter müssen auch die südlich der Heete und westlich vom Bullenwege gelegenen, auf meiner Karte zu den Böden mittlerer Altersstufe gerechneten Ablagerungen besitzen, da die Entkalkungstiefe hier ebenfalls nur 9 bis 10 dm beträgt.

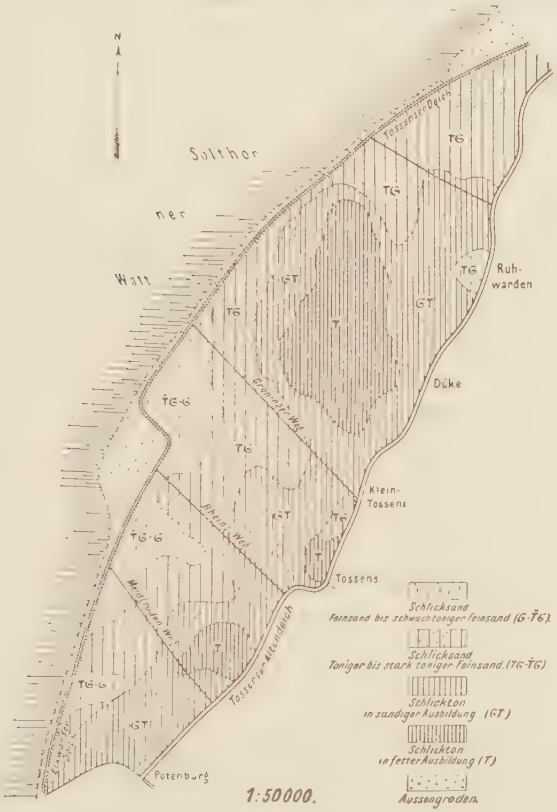
Uber das Sietland südlich des Roddenser Deichs ist im vorigen Abschnitt erwähnt, dafs die Entkalkungstiefe mit dem Jahr der Eindeichung dieses Gebiets in scheinbarem Widerspruche stehe. Der jetzige Deich ist allerdings erst in den Jahren 1555/56 gebaut, aber trotzdem ist der eingedeichte Boden einer der ältesten Marschböden. Es ist historisch erwiesen, dafs sich diese Marsch südlich des jetzigen Deichs noch weithin erstreckte, und dafs eine Reihe von älteren Deichen dort existierte, die aber nach und nach aufgegeben werden mufsten. Der Charakter dieses Bodens als Sietland und seine Entkalkungstiefe lassen ihn als gleichalterig mit seinem Hochlande erscheinen.

Uber die jüngere Marschbildung des Hayenschloots, jetzigen Stollhammer Sieltiefs, habe ich bereits weiter oben gesprochen. —

Der weitere Aufbau der Butjadinger alten Marsch ist nach NW und NO zu erfolgt. Nach NW zu ist durch die Warfreihe Tossens — Langwarden ein weiteres Hochland gekennzeichnet, das Sietland wässerte durch das jetzige Eckwarden — Fedderwarder Sieltief ab.

Der Aufbau dieser Marschzone mufs durch starke Fluten geschehen sein, denn auf dem Hochlande herrschen fast reine Schlicksande ($\tilde{T}\mathbb{S}$ — $\mathbb{S}$) vor; im Sietlande finden sich zwar auch noch Schlicksande, aber bereits tonreichere ($T\mathbb{S}$ — $T\mathbb{S}$), wie ich aus über 100 Bohrungen feststellte. Die Höhendifferenzen zwischen Hochland und Sietland sind hier nur sehr gering; leider lassen sich genaue Höhenangaben nicht machen, da die Mefstischblätter die Höhenmessungen meist an solchen Punkten angeben, wo künstliche Niveauveränderungen, z. B. bei Wege- und Deichanlagen, vorliegen. Die Tiefenstufe des Kalks in dieser Marsch beträgt im Durchschnitt 8 bis 10 dm, ist also geringer als die der südöstlich gelegenen Marsch. Westlich von Bree, Seeverns und Mengershausen bis zum Sieltief beginnt der Karbonatgehalt in einer Tiefe von 4 bis 6 dm. Es ist wohl aufser Zweifel, dafs dieser Teil des Sietlandes vom Sieltief aus überschwemmt und mit jüngeren Sedimenten bedeckt wurde.

Durch den Eckwarder- und Tossenser Altendeich wird die alte Marsch von der jüngeren, nordwestlich gelegenen getrennt. Die Kalktiefe dieses Marschstreifens habe ich bereits im vorigen Abschnitte eingehend behandelt, ich möchte hier nur noch hinzufügen, dafs bei der Aufschlickung dieses Gebietes eine mechanische Trennung der suspendierten



Figur 2.

Teile aufs schönste bewirkt ist. Vom Seedeich bis Altendeich finden sich, ziemlich gleichlaufend mit der alten Deichlinie, Ablagerungszonen von Schlicksanden und Schlicktonen in allmählichem Übergange, eine Erscheinung, die sich in den Wesermarschen nirgends so schön wiederholt wie hier (siehe Figur 2).

Nach NO zu ist die weitere Aufschlickung des ältesten Butjadinger Hochlandes nicht in gleichem Mafse erfolgt. Ob die jetzt zerstörten Ortschaften Kl. Fedderwarden, Langemehne, Alt-Waddens eine weitere Warfreihe gebildet haben, ist wahrscheinlich, aber nicht nachweisbar; jedenfalls ist es historisch erwiesen, dafs hier gröfsere Strecken Landes verloren gegangen sind. Die Kalktiefe in der Marsch nordöstlich der Warfreihe beträgt analog der entsprechenden Zone im westlichen Butjadingen 9 bis 10 dm, ein Umstand der sehr für obige Annahme spricht. —

Von den Oberahneschen Feldern untersuchte ich das sogenannte Grofse Feld. Dasselbe ist, wie auch das Kleine Feld und Holtwarden, stark in Abbruch begriffen. Die Steilwände, meist aus sehr eisenschüssigem Schlick bestehend, bröckeln zusehends ab. Die Marsch besteht hier aus fettem Schlickton; nur der nordwestliche Teil der Insel ist oberflächlich mit Schlicksanden bedeckt.

Typische Profile sind hier:

$$\frac{\breve{K}T\,\mathfrak{S}_{\,3}}{\frac{\varepsilon\breve{K}T_{\,8}}{\frac{T_{\,8}}{\breve{K}T}}} \qquad \text{und} \qquad \frac{H\breve{K}T\,\mathfrak{S}_{\,2}}{\frac{\breve{\varepsilon}\,\mathfrak{S}T_{\,6}}{T}},$$

im östlichen gröfseren Teile der Insel dagegen:

$$\frac{\breve{K}\,\mathfrak{S}T - \breve{K}T_{\,2-10}}{\varepsilon T} \qquad \text{und} \qquad \frac{\frac{\varepsilon\breve{K}T_{\,2}}{\varepsilon T_{\,17}}}{\Sigma\breve{K}T}.$$

Wir haben in den Oberahneschen Feldern sehr alte Marschböden vor uns, deren Entkalkung im Durchschnitt 2 m Tiefe erreicht hat. Die Eisenausscheidung ist eine grofse. Das Vorhandensein einer Zisterne auf dem Grofsen Felde und die Bezeichnung Holtwarden (-warden = Warf) deuten auf ehemaliges Bewohntsein der Insel hin. Wir werden weiter unten über die geologische Geschichte dieser Insel näheres erfahren.

Der alte Marschboden der Oberahneschen Felder ist in jungalluvialen Zeiten von NW her neu überschlickt, ein

Vorgang, der auch heute noch fortdauert. Die Hochfluten, welche von NW her die Inseln überspülen, haben dort, wo sie in gröfster Kraft auf dieselben stofsen, Schlicksande, im übrigen Schlicktone abgelagert. Wir haben demnach auf den Oberahneschen Feldern kalkhaltige Sedimente über kalkfreien; stellenweise sind die Karbonate bereits wiederum bis zu einer Tiefe von 10 dm in die schon entkalkt gewesene ältere Marsch infiltriert. —

Die jüngeren Marschen des Heete- und Ahnegebietes bestehen vorwiegend aus Schlicktonen, welche 3 bis 5 dm tief entkalkt sind.

* * *

Der alte Marschboden des Stadlandes, welcher sich im Süden Butjadingens in schmalem Streifen bis nahe bei Brake hinzieht, ist in seinem Hochland durch die Warfreihe Esenshamm — Rodenkirchen — Golzwarden und durch die Begrenzung durch Deiche charakterisiert.

Dieses Hochland ist naturgemäfs von der Weser aufgeschlickt, die in früherer Zeit ihr Bett weiter westlich dort gehabt hat, wo die Karte im Osten des Stadlandes jüngere Alluvionen aufweist. Das Sietland des Stadlandes lag nach dem Schweier Moor zu, wo jetzt jüngere Bildungen des Lockfleths und der Ahne vorhanden sind.

Die Kalktiefen der alten Marsch betragen nördlich und südlich des Portsieler Landdeichs 12 — 15 dm, westlich von Havensdorf 14—17 dm, westlich von Rodenkirchen 13—17 dm, bei Sürwarden 15 — 18 dm, bei Boitwarden 13- 14 dm. Die Marsch besteht aus z. T. eisenstreifigen Schlicktonen ($\varepsilon \mathfrak{S} T - \varepsilon T$).

Die jüngeren Sedimente des 1586 eingedeichten Holzwarder Grodens sind 2 — 3 dm tief entkalkt. Gleichalterig sind der Blexer, Atenser und Havendorfer Sand, da ihre Kalktiefe gleichmäfsig 5 — 7 dm beträgt. Der Wesererm, welcher den Atenser Sand in früherer Zeit umflofs, ist im Laufe der letzten Jahrhunderte zugeschlickt; die Sedimente sind z. T. noch oberflächlich kalkhaltig, z. T. 2 — 3 dm tief entkalkt.

Das jüngere Marschgebiet des Lockfleths und der Ahne, welches von zahlreichen Deichen, deren Alter genau feststeht, durchzogen ist, hat folgende Bodenbeschaffenheit.

Der Inter-, Abbehauser- und Esenshammer Groden (1552/55 bedeicht) hat die Profile:

$$\frac{T\,2}{KT} \quad \text{und} \quad \frac{\frac{T\,3}{KT - K\textcircled{S}T\,12}}{\Sigma KT\textcircled{S}},$$

das Seefeld (1642/46 bedeicht):

$$\frac{KT - K\textcircled{S}T\,11 - 19}{\Sigma K\textcircled{S}T(-T\textcircled{S})},$$

der Neue Hoben oder Esenshammer Groden (1590/81 bedeicht):

$$\frac{\frac{\frac{T\,1-2}{\breve{K}T\,3}}{KT - K\textcircled{S}T\,10}}{\Sigma K\textcircled{S}T},$$

der Hoben nördlich Thielmanns Deich (1574 bedeicht):

$$\frac{\frac{\frac{T\,2}{\breve{K}T\,3}}{KT\,7}}{H\Sigma KT.}$$

Westlich des Morgenländer Sieltiefs bis zum Schweier Moor ist die Marsch 2—3 dm tief entkalkt; sie lagert hier über Moor, welches, wie die Bohrungen ergaben, mit dem Schweier Moor in Verbindung steht. Westlich Rodenkircherwarp ist die Marsch ebenfalls 2—3 dm entkalkt und lagert zum Teil über schwefeleisenhaltigem Boden (Pulvererde) mit dem Profil

$$\frac{\frac{T\,3}{KT\,9}}{H\Sigma KT,}$$

zum Teil von Schweierfeld bis Schwei — schon bei 2 m Tiefe über Moor.

Die Marsch am Neuen Landwege östlich Sürwürden, 1517/30 eingedeicht, hat das Profil:

$$\begin{array}{l} T\,5 \\ \underline{KT\,14} \\ H\Sigma KT, \end{array}$$

zwischen Ovelgönne und dem Schweier Moor:

$$\begin{array}{l} T\,5 \\ KT, \end{array}$$

südöstlich Ovelgönne:

$$\begin{array}{l} T\,4—5 \\ \underline{KT\,12} \\ \Sigma KT(\text{-}\mathfrak{S}T), \end{array}$$

während bei Ovelgönne selbst ein Rest älteren Bodens mit dem Profile:

$$\begin{array}{l} \check{\varepsilon}\,T\,5 \\ T\,15 \end{array}$$

vorhanden ist.

Südlich von Brake finden sich zu beiden Seiten der Rönnel, des Oldenbroker und Elsflether Sieltiefs jüngere Marschböden mit 3—5 dm Entkalkungstiefe; das Profil lautet hier:

$$\begin{array}{l} T\,3—5 \\ \underline{KT.} \end{array}$$

Ältere Marschbildungen finden sich bei Hammelwarden, Oberhammelwarden und Linen, wo das Durchschnittsprofil

$$\begin{array}{l} \varepsilon T\,8 \\ \underline{KT} \end{array}$$

erbohrt wurde. Ferner findet sich am Rande des Schweier Moors bei Oldenbrok ein Streifen älteren Marschbodens, dessen Entkalkung bis 15 dm Tiefe reicht. Auch hier senkt sich das Schweier Moor unter die Schlickalluvionen. Mitten in der jungen Marsch des Oldenbroker und Elsflether Sieltiefs

liegt das „Alte Feld“ und „Hohe Feld“; dieselben gehören zu den ältesten Marschböden, da die Entkalkung bis 16 — 20 dm Tiefe reicht; das Durchschnittsprofil lautet:

$$\frac{T\ 16-20}{\breve{K}T.}$$

An einigen Stellen wurden bei 2 m Tiefe Moorbildungen festgestellt. Die Flurbezeichnung „Hohes“ und „Altes Feld“ im Gegensatz zu dem „Neuen Felde“ südöstlich davon bestätigen die Ergebnisse der geologischen Untersuchung.

Zwischen hier und dem Jadebusen, zu beiden Seiten des Grofsenmeerer Sieltiefs und der Jade, lagert noch ein schmaler Streifen Marschbodens, der zu den jüngeren Böden zu rechnen ist. Nur bei Grofsenmeer an der Moorseite ist älterer Boden mit 12 dm Entkalkungstiefe vorhanden, während dieselbe in den benachbarten jüngeren Böden 4 — 6 dm beträgt.

Beim Jader Vorwerk betrug die Entkalkungstiefe 5 dm, südlich vom Jader Altensiel 3 dm; letzterer Boden ist 1594 eingedeicht. Die jüngeren nördlich angrenzenden Böden, nach dem Jahre 1634 eingedeicht, sind noch oberflächlich kalkhaltig.

Südlich Elsfleth zu beiden Seiten der Hunte und auf dem linken Weserufer bis nach Bremen hinauf sind die Marschen als gleichalterig anzusehen, und zwar ist ihnen auf Grund ihrer Kalktiefe ein hohes Alter zuzusprechen. Westlich von Huntebrück lautet das Profil:

$$\varepsilon T\ 5-10$$
$$T-\mathfrak{S}T$$

zwischen Huntebrück und Berne:

$$\frac{\varepsilon T\ 6-8}{T,}$$

zwischen Berne und Warfleth genau so. Auch südöstlich bis Bremen sind die Schlicktone in den oberen Schichten eisenschüssig und bis auf 2 m und darüber entkalkt. Nur in den Aufsendeichsböden der Weser, Ollen und Ochtum finden sich rezente Schlickalluvionen vor. Die alte Marsch des

Blocklandes ist bereits von einer dünnen jüngeren Moorschicht bedeckt.

Die aus fetten Schlicktonen bestehende Marsch der Hunte und der oberen Weser lagert zum gröfsten Teil auf Mooruntergrund, indem das Schweier Moor und die Randmoore die Sedimente unterteufen.

* * *

Die Marschen des linken Weserufers umsäumen das grofse Schweier Moor, an dessen Rande die Dörfer in Reihen aufgebaut sind. Da das Schweier Hochmoor überall unter die Schlickalluvionen untertaucht und die Abdachung des Moores nur eine ganz allmähliche ist, läfst sich in der Marsch der Mooruntergrund durch 2 m-Bohrungen weithin verfolgen. So liefs sich nachweisen, dafs die Randmoore der westlichen Geest mit dem Schweier Moor unter den geringmächtigen Schlickalluvionen bei Grofsenmeer und nordöstlich davon bis zum Jadebusen in Verbindung stehen.

Das Schweier Moor ruht in seiner ganzen Ausdehnung auf Schlick, es gehört also, wie das Kehdinger Moor, zu den Marschmooren. Der Aufbau des Moores ist aber dadurch ein komplizierter, dafs in dem Moore selbst nochmals ziemlich mächtige Schlickablagerungen auftreten. Das Profil, welches ich südwestlich Seefeld, westlich vom Reitlanderherrenwege, feststellte, nämlich:

H 4
t H 3
h T 10
T 20
H 10
T 13

findet sich in ähnlicher Weise an vielen anderen Stellen wieder. Die Mächtigkeit der oberen Moorschicht kann sehr schwanken. Fast im ganzen Randgebiete des Moores sind grofse Flächen durch Torfgräberei um 1—2 m niedriger geworden, so auch bei obigem Profile. Ferner ist die Oberfläche des Moores an vielen Stellen durch das sog. Wühlen

mit Schlick melioriert, ein Umstand, der den Geologen gelegentlich wohl irreführen kann, wenn die Schlickmassen in einer Mächtigkeit von mehreren dm eine gröfsere Fläche überziehen.

Östlich von Nord-Mentzhausen ist das Moor $2^1/_2$ m, am Hauptwege östlich Süd-Mentzhausen 3 m, nahe der höchsten Erhebung der Wildbahn 6 m mächtig, doch kommen hier überall in tiefem Schlickuntergrunde nochmals bis 1 m mächtige Moorlager vor. Der Schlick im Liegenden des Moores ist in der Regel sehr tief entkalkt, nur in den Randgebieten sitzt die Wühlerde stellenweise so hoch, dafs sie landwirtschaftlich verwertet werden kann.

Das Schweier Moor gehört zu den Hochmooren; sein Aufbau ist ein normaler. Die tiefsten Schichten bestehen aus Darg (*TH—tH*); darüber folgt eine dünne Schicht von Übergangswaldtorf, dann ein 2—3 dm mächtiger älterer Moostorf, der am Rande des Moores stellenweise ganz fehlt, darüber ein meist 4 dm mächtiger Grenztorf und endlich als oberste Schicht ein bis 40 dm mächtiger jüngerer Moostorf. Der Grenztorf ist in seinen oberen Teilen stark humifiziert, ein Beweis, dafs zur Zeit des Grenztorfs eine lange Periode der Trockenheit und Verwitterung herrschte. Die Bildung des jüngeren Moostorfs dauert in der Jetztzeit nur noch an wenigen Stellen der Wildbahn in den Schlenken des Moores fort; durch die schon lange Zeit stattfindende Entwässerung des Moores ist dem weiteren Aufbau des jüngeren Moostorfs ein Ziel gesetzt. Wo das Moor nicht in landwirtschaftliche Kultur genommen ist, ist die Oberfläche mit Haidekraut bewachsen.

Der nördliche Ausläufer des Schweier Moores ist vom Sehestedter Moordeich quer durchschnitten, sodafs ein Teil des Moores aufserhalb des Deichs zu liegen kommt. Dieses Sehestedter Aufsendeichsmoor ist in mehrfacher Beziehung interessant.

Die Wirkung der Hochfluten auf das Moor ist eine derartige, dafs der jüngere Moostorf, zuweilen mit Teilen des Grenztorfs, von den unteren Moorschichten losgerissen wird, und zwar in Blöcken, die oft 4 m Länge und 1 m

Breite und Höhe erreichen. Die Erscheinungen sind hier ähnliche, wie sie F. E. Geinitz[1]) von den Torfniederungen der Rostock-Ribnitzer Heide vom Ostseeufer mitteilt. Das des jüngeren Moostorfs beraubte Moor wird dann von der Jade überschlickt, wie es bei Kleihörne überall der Fall ist.

Die hier beobachtete Erscheinung der Hebung des Moores ist derartig, dafs das Wasser den jüngeren Moostorf vom Grenztorf loslöst und dann bei steigender Flut mit hochhebt. Jetzt geschieht dies nur noch stellenweise und selten, da der jüngere Moostorf durch mehrere tiefe Gräben zerteilt ist. In früheren Zeiten sind solche Hebungen jedoch oftmals vorgekommen; das Moor soll sich mit den Wohnhäusern und Gärten sogar soweit haben erheben können, dafs man aus den Wohnungen das Land jenseits des Deichs sehen konnte. Auch das Binnenmoor soll sich früher, als der Moordeich noch nicht den unterirdischen Zusammenhang aufgehoben hatte, bei Hochfluten noch mit gehoben haben.[2])

* * *

Auf dem rechten Weserufer von Rekum bis Wulsdorf liegen die alten Marschen Osterstades und des Landes Wührden. Die Warfreihe Aschwarden-Sandstedt-Dedesdorf kennzeichnet wiederum das Hochland, die östlich angrenzende, die Randmoore überlagernde Marsch das Sietland.

Die Entkalkung der Schlicktone dieser alten Marschböden beträgt auf dem Hochlande bei Dedesdorf 15—19 dm; im Sietlande lagern geringmächtige kalkfreie Schlickböden über Darg. Gleiche Verhältnisse finden sich in der Osterstader Marsch.

Im Lande Wursten ist die älteste Marschbildung durch die Warflinie Weddewarden-Farward-Mulsum-Dorum charakte-

[1]) F. E. Geinitz, Über die gegenwärtige Senkung etc. Zeitschrift d. D. Geol. Ges. XXXV, Berlin 1883.

[2]) F. Müller, Der Moordeich und das Aufsendeichsmoor an der Jade bei Sehestedt, Abh. d. Nat. V., Bremen 1889.

risiert. Das zu diesem Hochlande gehörige, von menschlichen Ansiedlungen fast freie Sietland reicht im Osten bis an die Geest. Die Entwässerung desselben vollzieht sich seit uralten Zeiten durch den Wallgraben nach Süden zu. Die Geest des Landes Wursten hat nur in ihren Buchten, weniger an ihren Hängen nach der Marsch zu Randmoorbildungen aufzuweisen. Nur die Moore der Geesteniederung setzen sich direkt unter die Marsch Bremerhavens fort. Im Sietlande selbst ist die Marsch nahe der Geest von geringmächtigen Moorschichten durchsetzt, zur Bildung eines ausgeprägten Randmoores ist es jedoch nicht gekommen, da eine stete Entwässerung des Gebietes erfolgte.

Das genannte Hochland besteht aus sandigem Schlickton ($\leqslant T$), das Sietland aus fettem Schlickton (T). Die Entkalkung des ersteren beträgt 14—17 dm, die des letzteren ebensoviel, nur in der Nähe des Wallgrabens reicht sie bis 20 dm Tiefe.

An das Hochland der genannten Warfreihe schliefst ein weiterer Komplex ältesten Marschbodens westwärts Weddewarden-Mulsum bis Schottwarden und Wremen an; die Bodenbeschaffenheit ist hier dieselbe.

v. d. Osten erwähnt in seiner Geschichte des Landes Wursten des Vorhandensein von „Steinklippen“ in der Warfreihe Weddewarden-Dorum. Dr. J. Bohls-Lehe hat daraufhin durch Handbohrungen festgestellt, dafs an mehreren Stellen zwischen Farward und Feddersen unter 5 dm mächtigem Schlick Kies- und Geröllschichten vorkommen. Ob letztere alluvialen oder diluvialen Alters sind, bleibe dahingestellt. In letzterem Falle wäre die Aufschlickung dieser alten Marsch auf einer sich sehr flach abdachenden Geest erfolgt.

Die weitere Aufschlickung des Landes Wursten erfolgte nach NW. zu. Die der Warflinie Wremen-Dorum gleichlaufenden sog. „Striche“ stellen, wie auch v. d. Osten annimmt, alte Deichlinien dar, vielmehr eine Reihe von Warfen, welche unter sich durch Deiche verbunden waren. Deutet schon die ganze Gruppierung der Warfen auf eine einheitliche Anlage hin, so wird die Annahme, dafs hier einst Deiche existierten, dadurch gefördert, dafs sich eine Reihe von

Braken (Wehlen) bei diesen Strichen vorfinden, die ja zweifellos auf Deichbrüche hindeuten.

Die aus Schlicksanden bestehende Marsch hat bei Padingbüttel eine durchschnittliche Entkalkung von 7 dm, nordwestlich Kappel eine solche von 7—9 dm. Ich habe sie auf der Karte den Marschböden mittlerer Altersstufe zugerechnet. Im Neuen Lande Wursten nordwestlich des Niederstrichs beträgt die Entkalkung der hier dominierenden jüngeren Schlicksande 4—6 dm.

Von den Wasserläufen des Landes Wursten sind die Spiekaer, Koppeler, Dorumer und Misselwardener Wasserlösen wegen ihrer geschlängelten Form als natürliche anzusehen. Ihr Lauf ist ziemlich senkrecht zum Ufer. Der Wallgraben, eine Anlage aus historisch dunkler Zeit, welcher das Sietland der ältesten Marsch entwässert, nimmt in erster Linie die der Geest entströmenden Gewässer auf; um eine Überschwemmung des Sietlandes zu verhindern, ist aufserdem am westlichen Ufer ein kleiner Deich, der sog. „Graue Wall“ aufgeworfen worden. In der Nähe der Wasserlösen ist, mehrfach in gröfserer Ausdehnung, jüngere Marschbildung mit 3—4 dm Entkalkungstiefe nachgewiesen. Ich habe dieselbe nicht weiter abgegrenzt, habe aber den Eindruck gewonnen, als ob die Flufsläufe des Landes Wursten einst der Flut leicht zugängliche gröfsere Baljen gewesen sind.

* * *

Die Insel Neuwerk besteht aus einem sehr alten Marschboden. Der Boden des umdeichten Teils der Insel besitzt das Profil: $\breve{T}\breve{S} - \breve{S}_{20}$, der aufserdeichs gelegene:

$$\frac{T - \breve{S}T_{6-16}}{\breve{T}\breve{S} - \breve{S}}.$$

Die Insel besteht aus einer alten Sandplate, auf deren sich flach abdachendem Rande fettere Schlicktone abgelagert sind.

Das Aufsendeichsland wird nur bei höheren Sturmfluten unter Wasser gesetzt, jüngere Sedimente liefsen sich nicht nachweisen. Im eingedeichten Lande sind einige Gehöfte noch besonders mit einem niedrigen Deich umgeben, eines

liegt auf einer Warf: Anzeichen für eine lange Kulturperiode auf dieser Insel.

Der nordöstliche Inselrand ist mit Dünenbildungen besetzt.

* * *

Vergleicht man die Tiefenstufen des Kalks der verschiedenen Marschböden mit einander, so stellt sich heraus, dafs diejenigen Marschen, deren Bedeichung in den Anfang und die Mitte des 16. Jahrhunderts fällt — und zu dieser Kategorie gehört die Mehrzahl der jüngeren Böden — eine Kalktiefe von 2,5—5 dm besitzen. Da der Kalkgehalt von marinen Schlicksanden und -tonen, von marinfluviatilen und fluviatilen Schlicktonen sehr verschieden ist, so werden schon aus diesem Grunde Differenzen in den Entkalkungstiefen vorkommen müssen. Dafs die Abgrenzung der entkalkten Schichten gegen die kalkhaltigen nicht als eine horizontale Ebene, sondern als wellenförmige Fläche zu denken ist, kommt noch hinzu; so kommen besonders in den ältesten Marschböden Schwankungen von 3 dm häufiger vor.

Würden die Karbonate gleichmäfsig schnell in die Tiefe sickern, dann wäre es leicht, das Alter aller Marschböden zu bestimmen. Aber soviel steht fest, dafs die Entkalkung mit der Tiefe langsamer vor sich geht. Der 242 Jahre alte Ruhwarder-, Düker- und Tossensergroden besitzt eine Kalktiefe von 2,5 dm, der ihm südöstlich angrenzende eine solche von 8,03 dm. Derselbe müfste demnach bei gleichmäfsig fortgeschrittener Entkalkung ungefähr seit dem Jahre 1100 von Überschlickungen frei geblieben sein. Die ältesten marinen Marschen sind im Gebiet des Hochlandes ca 15 dm tief entkalkt, die Verwitterung hätte demnach mindestens im Jahre 450 n. Chr. einsetzen müssen. Zweifellos kommt diesen Marschen ein höheres Alter zu; da uns aber Anhaltspunkte für die Geschwindigkeit, mit welcher die Entkalkung in den tieferen Schichten fortschreitet, fehlt, so ist eine absolute Altersbestimmung der Marschen auf diesem Wege der Berechnung nicht möglich.

Die Funde, welche J. Bohls-Lehe in der alten Marsch des Landes Wursten gemacht hat, deuten auf die spät-

römische Zeit, also etwa auf das Jahr 300 n. Chr. hin; auch ist von demselben an der Hand prähistorischer Forschung nachgewiesen, dafs seit der ältesten Kulturepoche Aufschlickungen nennenswerter Art nicht erfolgt sind, da sich die Urnen auf der Begräbnisstätte bei Dingen im Lande Wursten in genau derselben Tiefe fanden wie auf der Geest.

Auf Grund dieser Daten können wir annehmen, dafs die als älteste Kulturböden bezeichneten Marschen zu Beginn unserer Zeitrechnung existierten.

B. Die Entstehungsgeschichte der Wesermarschen.

Die hydrographischen Verhältnisse im Mündungsgebiet der Weser sind grofsem Wechsel unterworfen gewesen. Noch in historischer Zeit existierten mehrere gröfsere Flufsarme, deren Betten jetzt völlig zugeschlickt sind.

Es würde zu weit führen, wollte ich hier eingehend darlegen, wie Visbeck,[1]) Lasius,[2]) Kohli,[3]) Schumacher,[4]) Arends,[5]) Salfeld,[6]) Riemann[7]) u. a. die früheren Wesermündungen sich vorgestellt und beschrieben haben. Im grofsen und ganzen stimmen dieselben darin überein, dafs die Weser nach den ersten Abzweigungen der Ochtum und Ollen im oberen Mündungsgebiet verschiedene schiffbare Arme in den Jadebusen abgezweigt habe, und zwar zunächst bei Elsfleth die Line, die nach der Vereinigung mit der Rasteder Bäke den Namen Jade geführt habe. Der zweite

[1]) J. G. Visbeck, Die Niederweser und Osterstade. Hannover 1798.

[2]) O. Lasius, Über die Gestalt der Wesermündungen vor 300 Jahren. Oldenb. Blätter 13, 14, 15. 1824.

[3]) L. Kohli, Beschreibung der Herz. Oldenbg. und Jever, Lübeck und Birkenfeld. Bremen 1825.

[4]) H. A. Schuhmacher, Die Stedinger. Leipzig 1867.

[5]) Fr. Arends, Physische Geschichte der Nordseeküste und deren Veränderungen durch Sturmfluten. Emden 1833.

[6]) Salfeld, Die Hochmoore auf dem früheren Weserdelta; Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde XVI. Berlin 1881.

[7]) F. W. Riemann, Geschichte des Jeverlandes. Jever 1896.

Mündungsarm soll dann das Lockfleth gewesen sein. Dasselbe zweigte sich bei Brake von der Weser ab, um in nordnordwestlicher Richtung in den Jadebusen zu fliefsen, wo sie mit zwei anderen Weserarmen, welche sich bei Atens und Ellwürden vom Hauptstrom abtrennten, der Heete und Ahne, zusammentraf. Das Lockfleth soll dann noch westlich von Ovelgönne durch die Dornebbe mit der Jade in Verbindung gestanden haben. Auch die Made wird von einigen Historikern als Weserarm aufgefafst; in Halbkreisform flofs sie vom westlichen Jadebusen in die Aufsenjade. Im Jadebusen selbst mündete als selbständiger Flufs Butjadingens der Hayenschloot, den andere als die Mündung der Heete ansehen.

G. Sello hat in einer soeben erschienenen Arbeit[1]) an der Hand eines reichhaltigen archivalischen Materials die kritische Sonde an die Auffassung obiger Historiker gelegt. Sello bestreitet, dafs die Schifffahrt jemals in historischer Zeit einen andern Weg weseraufwärts zur Verfügung gehabt habe als den heutigen; für eine zweite Verbindung der Weser mit der See hätten sich weder urkundliche noch traditionelle Spuren erhalten.

Nach Sello hat der Deichgräfe I. W. A. Hunrichs, 1766, dadurch Methode in die irrige Auffassung der früheren Mündungsarme der Weser gebracht, dafs er ausdrücklich Line, Lockfleth und Heete als Verbindungsströme der Weser mit der Jade aufstellte. Dafs überhaupt die Existenz einer sog. Wester-Weser, wie die Line-Jade auch genannt wird, als Hauptmündungsarm in Betracht gezogen wurde, führt Sello darauf zurück, dafs ein zuerst 1742 in Amsterdam erschienenes, von Jakob Colom herausgegebenes Segelhandbuch von einer Wester- und Oster-Weser spreche. Diese Westerweser sei aber zweifellos ein Arm des Hauptstromes der Weser, welcher sich beim „Roten Sande“ abzweige. —

Meine Untersuchungen in dem oberen Flufsgebiet der Weser beschränkten sich darauf, festzustellen, ob in der

[1]) G. Sello, Der Jadebusen. Sein Gebiet, Seine Entstehungsgeschichte; Der Turm auf Wangeroge. Varel 1903.

Richtung der Ochtum und Ollen in früherer Zeit ein breiterer Weserarm existiert habe.

Durch Handbohrungen südlich Berne stellte ich fest, dafs die jetzige Breite der Ollen, ca. 25 m, seit uralten Zeiten dieselbe gewesen sein mufs, denn zu beiden Seiten des Ufers war die Marsch bis fast 2 m Tiefe entkalkt. Gröfsere Überschwemmungen mögen in früherer Zeit stattgefunden haben, daraufhin deutet wenigstens das Vorhandensein alter Deichlinien zu beiden Seiten des Flusses; mit einem wesentlichen Niederschlag von Detritus können dieselben aber nicht verbunden gewesen sein, da sich jüngere Schlickbildungen durch ihren Kalkgehalt verraten müfsten.

Auch die Hunte ist seit den ältesten Zeiten an ihr jetziges Bett gebunden, nur nordwestlich von Holle ist ihr Lauf ein etwas gekrümmterer gewesen.

Wir kommen nun zur Line-Jade, der sog. Wester-Weser. Ein Blick auf die Karte zeigt, dafs nördlich Elsfleth das Elsflether Sieltief und weiter nördlich, mit diesem verbunden, das Oldenbroker Sieltief fliefst. Diese Wasserläufe überschwemmten in früherer Zeit zweifellos bei Flut den Teil der Marschen, welcher von mir auf der Karte als Boden jüngster Altersstufe bezeichnet ist; das „Alte Feld“ bildete eine Insel.

Nach Vereinigung dieser Wasserläufe, welche beide den Namen Line führten, bei Liner Brück, folgte der Flufs dem Laufe des jetzigen Grofsenmeerer Sieltiefs an Meerkirchen vorbei, wo er westlich davon bei Delfsbörne mit der Rasteder Bäke in Verbindung stand. Dieser Moorbach führt nach Vereinigung mit einigen anderen kleinen gleichartigen Bächen den Namen Jade, welche ihren Lauf nordnordwestlich zum Jadebusen nimmt. Zu beiden Seiten dieser Line-Jade sind zweifellos junge Schlickalluvionen nachgewiesen. Aber dennoch ist es nicht angängig, dieselbe als einen früheren Weserarm zu bezeichnen. Denn erstens widerspricht dem die ganze Gestaltung der jungen Marschniederung, besonders die enge Gasse bei Delfshausen, zweitens ist die Entstehung der Jade und ihrer Marschen in einer Zeit und unter Umständen erfolgt, die das Vorhandensein eines Weserarmes ausschliefst. Hierauf werde ich weiter unten zurückkommen.

Gerade die Enge bei Delfshausen habe ich eingehend untersucht und festgestellt, dafs die Schlickalluvionen daselbst an einigen Stellen nur in ca. 30 m Breite das tiefgründige Moor überlagern; wenn ein Wasserlauf bei höchster Flut kein gröfseres Bett einnimmt, wird man nicht von einem Weserarm, einer „Wester-Weser“ sprechen dürfen.

Ein zweiter Arm soll das Lockfleth gewesen sein. Nach meinen Aufnahmen ist dasselbe tatsächlich ein breiter Mündungsarm der Weser gewesen; sein Flutbett ist auf der Karte als junge Marschbildung gekennzeichnet und deutlich zu erkennen. Das vermutliche Ebbebett des Lockfleths ist von mir auf Grund der Angaben, die sich im Verlauf jetziger Sieltiefe und alter Deichlinien, im Vorhandensein von geringen Depressionen (sog. Fledden) — besonders deutlich z. B. bei Seefeld — sowie im Vorkommen von Pulvererde im Untergrunde bieten, in die Karte eingezeichnet, wie ich es in ähnlicher Weise auch bei den andern alten Flufsläufen getan habe. —

Die Verbindung zwischen Lockfleth und Jade, die Dornebbe, welche auf manchen alten Karten als ein breiter Arm mitten durch das Schweier Moor konstruiert ist, hat als Flufsarm niemals existiert. Es gibt allerdings eine Dornebbe, welche westlich von Ovelgönne aus dem Moore kommt und sich mit dem Lockfleth vereinigte, sowie eine weitere Dornebbe, welche südlich Grofs-Bollenhagen ebenfalls dem Moore entströmt und in die Jade fliefst. Diese beiden Dornebben liegen in ihren Quellen gewifs nicht weit auseinander, auch ist eine Aufschlickung ihrer Ufer weit ins Moor hinein erfolgt, ein früherer Zusammenhang dieser Dornebben ist jedoch deshalb ausgeschlossen, weil der Boden, welcher die beiden Quellgebiete trennt, aus einem regelrecht aufgebauten $2\frac{1}{2}$ bis 3 m mächtigen Hochmoore besteht. In historischer Zeit sind demnach die Ost- und West-Dornebbe kein einheitlicher Weserarm gewesen.

Die Ahne und Heete sind, wenn auch keine breiten Weserarme, so doch immerhin ganz ansehnliche Verbindungsarme zwischen Weser und Jadebusen gewesen. Westlich Ellwürden ist die Ahne 200 m breit gewesen, bei Abbehausen hat sie sich bei Flut seeartig nördlich bis zur Heete

erweitert. Bei ihrer Mündung verengte sich das Bett wieder; eine Depression im Süden des Klosterfeldes, 3—4 dm tief, kennzeichnet die ehemalige Mündung in das Flufsgebiet des Lockfleths.

Die Heete ist höchstens 50—60 m breit gewesen, wie die meist 2 dm betragende Depression und die Kalktiefen ergeben. Dafs die Heete westlich Stollhamm dem Sieltief nach Norden gefolgt und als Hayenschloot gemündet sei, ist als nicht zutreffend festgestellt.

Der Hayenschloot ist ein Gewässer für sich, dessen Mündung durch den Einbruch des Hochwassers im Jahre 1317 die Breite erhielt, die sich noch heute in der Depression und der Entkalkungstiefe zu erkennen gibt.

Die Made, welche ebenfalls ein Mündungsarm der Weser gewesen sein soll, hat, wie die Karte erkennen läfst, in früherer Zeit zweifellos ein weites Bett eingenommen, und ihre zeitweilige Verbindung mit dem Jadebusen steht aufser allem Zweifel. Sie hat eine schiffbare Verbindung zwischen Aufsenjade und Jade gebildet.

* * *

Aus den geologischen Aufnahmen geht mit Sicherheit hervor, dafs in einem bestimmten Zeitabschnitte durch Line-Jade, Lockfleth, Ahne, Heete und Made Wasserverbindungen zwischen Weser und Jadebusen und zwischen diesem und der Aufsenjade tatsächlich existiert haben, dafs als schiffbare Weserarme jedoch nur das Lockfleth, in geringerem Mafse die Ahne, Heete und Made eine Rolle gespielt haben können.

Diese auf geognostischen Aufnahmen beruhenden Schlufsfolgerungen werden jedoch erheblich modifiziert, wenn wir an der Hand historischer Forschung weitere Untersuchungen anstellen.

Die jungen Marschbildungen, welche die beigefügte Karte verzeichnet, und welche sich vorwiegend in den Marschniederungen der alten Flufsläufe vorfinden, sind in ihrem Alter einander ziemlich gleich. Liefs sich diese Tatsache schon auf Grund der Entkalkungstiefen nachweisen

so findet sie ihre weitere Bestätigung in der Betrachtung des Alters der Deichanlagen in diesen Gebieten. Es ist auffällig, dafs die ältesten Eindeichungen dieser jungen Marschen im ganzen Mündungsgebiet in den Anfang und die Mitte des 16. Jahrhunderts fallen.

Forschen wir nach in den Blättern der Geschichte, so führt uns die Bildung dieser ausgedehnten jungen Marschböden in eine Zeit zurück, wo umwälzende physische Veränderungen unseres Küstengebietes sich abspielten, und zwar sind es die Perioden der Antoniflut (1511) und der Marcellusflut (1219) gewesen, welche die physische Gestaltung der Wesermarschen in so einschneidender Weise beeinflufst haben.

* * *

Um die Entstehungsgeschichte des Jadebusengebietes und der besprochenen Flufsläufe verfolgen zu können, ist es notwendig, die früheren Verhältnisse, soweit sie die historische Forschung festgestellt hat, zu rekonstruieren.

Es steht historisch fest, dafs im Gebiet unseres heutigen Jadebusens eine grofse Anzahl Inseln existierten. Die alte Karte von J. C. Musculus weist 13, die von J. Janssonius 9 Inseln auf. Der „Augenschein in Sachen Ostfriesland contra Oldenburg 1599“ zählt 19, die Karte von J. v. Lahr 1613 noch 16 Inseln.

Interessant ist die Methode, nach welcher Sello den einstigen Landbestand des Jadebusens berechnet. Er stützt sich dabei auf das Bremer Archidiakonatsregister (herausgegeben von v. Hodenberg), in welchem der Zins verzeichnet ist, den jeder nicht eximirte Pfarrer Rüstringens (im Jahre 1420) an den Archidiakon zu zahlen hat. Da die Höhe der gruppenweise sich ordnenden Zinssätze in irgend einem Verhältnis zu der Zahl der Kirchspielseinwohner und ihrer Steuerkraft stehen mufs, so ist hiermit die Möglichkeit der ungefähren Berechnung des damaligen Landbestandes gegeben. Sello giebt an, dafs das verlorene Land der Kirchspiele bei knappster Berechnung 160 qkm betragen haben müsse, und dafs, wenn man weitere Ortschaften, deren Existenz urkundlich fest stehe, die das

Archidiakonatsregister aber ausläfst, sowie die Fläche, welche die ehemaligen Wasserläufe eingenommen hätten, mit in Rechnung zieht, die schätzungsweise zu ermittelnde Totalsumme nicht weit unter den 190 qkm bleibt, welche der Jadebusen heute mifst.

Wenn ich im folgenden den historischen Nachweis eines früheren gröfseren Landbezirks weiter ausführe, so stütze ich mich dabei u. a. in erster Linie auf vorhandenes Kartenmaterial der Archive zu Oldenburg und Bremen, sowie auf die Daten, welche Sellos erwähnte vortreffliche Arbeit uns bietet. —

Arngast war noch im 18. Jahrhundert bei Ebbe von Dangast trockenen Fufses erreichbar. 1441 umfasste die Insel noch ca 6 qkm. 1770 nur $17^1/_2$ ha, 1882 noch $1^1/_2$ ha. Arngast war ein Kirchspiel; die letzten Reste der Kirche stürzten 1611 zusammen. Noch im Jahre 1613 existirte zwischen Dangast und Arngast ein Deich, der von dort nach der Wallingheete zulief und der nach Sello auf einen früheren kontinentalen Zusammenhang des Landes in dieser Gegend hindeutet.

Aldessen, nordöstlich von Arngast, bereits im Jahre 1200 durch die Erzeugnisse seiner Weberei bekannt, im 14. Jahrh. als oppidum bezeichnet, ein Ort, dessen Märkte zu Anfang des 14. Jahrhunderts florirten, wird 1428 zuletzt urkundlich erwähnt. Von Butjadingen wurde Aldessen durch die Ahne getrennt; auch Aldessen war ein Kirchspiel.

Als Rest dieses ehemals grofsen Gebietes gelten die Oberahne'schen Felder, von denen 1645 noch 9 Inseln vorhanden waren. Auf der diesbez. alten Handzeichnung des Oldenb. Archivs, deren Autor nicht bekannt ist, sind das „Ober Anische oder Saphausen Feldt“ und das „Holtwarder Feldt“ mit „Warffen“ versehen. Im Jahre 1805 verzeichnet le Coq's Karte drei gröfsere und vier kleinere Inseln; jetzt sind noch drei kleine Felder übrig.

Die Inseln Gr. und Kl. Scheidens hingen vor dem 17. Jahrhundert noch zusammen; zwischen Scheidens und Bretwarden soll der Schlicker Siel, welcher in der Geschichte dieses Landes eine grofse Rolle spielt, gelegen haben. Um

die Mitte des 16. Jahrhunders soll man noch bei Ebbe Arngast haben erreichen können. 1613 waren von Scheidens nur noch geringe Reste sichtbar.

Die kleineren Inseln Schweinsort und Delf werden im 16. und 17. Jahrhundert des öfteren erwähnt. Auf dem „Grundrifs von Daunsfeldt etc." von 1753 finden sich 2 Inseln als „Schweingroden" bezeichnet; dieselben sind durch den Schweindamm mit dem Festlande verbunden. Auf einer Handzeichnung (No. 571 b. d. Old. Arch.) sind drei „Schwiene Groden" verzeichnet.

Südöstlich Arngast liegt Jadele, einstmals eine „mansio militum et comitum et potentum Frisiae". Die Trümmer der Kirche sollen nach J. J. Winckelmann noch um die Mitte des 17. Jahrhunderts bei Ebbe sichtbar gewesen sein.

Von Würdele waren zu Anfang des 18. Jahrhunderts fünf kleine Inseln übrig, die bis gegen 1674 bewohnt gewesen sind. Östlich von Würdele sind nach Wöbkens Spezialkarte des Jadebusens (1839—40) noch inselartige Reste alten Kleibodens verzeichnet.

Im westlichen Jadebusengebiet lag das alte Kirchspiel Bordum mit der Johanniterkomturei Hoven, dem Gute Doydykaman und den Bauernschaften Ovens und Hessens.

Von Hiddels werden die Reste der Kirche und des Kirchhofs noch 1613 erwähnt, im 14. Jahrhundert war hier ein Häuptlingssitz der Wimekinge. Ellens ist ums Jahr 1600 ca. 36 qkm grofs gewesen. Auch ein gröfserer Bestand der Kirchspiele Oldebrügge und Ahm steht geschichtlich fest.

Seediek ist nach Sellos Berechnung ca. 45 qkm grofs gewesen, von denen im Jahre 1531 noch 1,8 qkm übrig blieben und dann durch Eindeichung mit Sande vereinigt wurden.

Vom Kirchspiel Bant sind etwa $^5/_6$ ertrunken; die nach der Antoniflut ausgedeichte Kirche ist in ihren Resten noch jetzt auf dem Banter Groden zu sehen.

Dauens, östlich von Bant gelegen, ist seit 1491 nicht mehr erwähnt. In seiner Nähe lag Humingen (Humens), dessen Kirche ums Jahr 1200 erwähnt wird.

Im Norden Butjadingens ist die Insel Mellum auf dem „Alte Mellum" genannten Watt des Hohen Weges zu suchen.

Urkundlich wird sie 1410 als „Mellem“ erwähnt. Auf der alten Karte „Oldenb. Comit. etc. Ex Officina J. Janſsoni“ ist Mellum mit folgendem Vermerk aufgeführt: „Hic quondam arx Mellum a Comitibus Oldenburgys ad defensionem Visurgis et Jadae exstructa, posteaqu'a mari absorpta.“

Ortschaften, die im Norden Butjadingens in früheren Zeiten existiert haben, sind: Husen, Alt-Waddens, Ögens, Bulte, Alt- und Neu-Bardick, Tedlens, Lange Mehne, Äusserst- und Mittel-Fedderwarden und Alt-Feldhausen; von Langwarden an südwärts erstreckte sich ein breiter Strich Landes, in welchem Heddeburg, Alt-Mundahn und Eiswürden lagen. Die Ruinen von Eiswürden sind noch 1751 erkennbar gewesen.

Nördlich der Ahne existierten noch die Ortschaften Eckwarderbrügge, Agerens, Wiske, Wischhusen, Rinthusen, Langewisk, Witleke. Die Handzeichnung Nr. 346 des Oldenb. Archivs verzeichnet hier eine Reihe von Ausdeichungen und enthält die Notizen: „Das Schafhöllig total ruinieret“, „Eckwarder und Stollhammer Bauteiche total ruinieret“.

In ähnlicher Weise sind auch an dem Hauptstrom der Weser eine Reihe von Veränderungen vor sich gegangen, die auf veränderte hydrographische Verhältnisse hinweisen. So sind am rechten Weserufer in Osterstade und dem Lande Würden gröfsere Ausdeichungen erfolgt. Da nicht anzunehmen ist, dafs das Sietland des Landes Wursten im Süden ursprünglich direkt an die Weser grenzte, so ist hier das Gebiet des früheren Hochlandes südöstlich Weddewarden als untergegangen anzusehen. Die Veränderungen an der Hauptweser selbst sind durch die jungen Schlickbildungen an ihren Ufern bereits gekennzeichnet. Die Anzahl der Sande und Platen mufs in früheren Zeiten, als das Hochwasser noch nicht mit so grofser Gewalt den Strom hinaufdrang, eine bedeutend gröfsere gewesen sein. Denn auf der alten Karte von J. Janssonius finden sich von Bremen bis zur Mündung 47 Sande und Platen angegeben; eine andere Karte gibt deren von „Elsvliet bis Sandstette“ 13 an. Die Kopie einer alten Handzeichnung im Bremer Staatsarchiv enthält von Bremen weserabwärts 39 Inseln verzeichnet.

Die Wesermarschen erstreckten sich weit nach Norden; zwischen Wangeroog und dem Wangerland, sowie nordwestlich der Butjadinger Küste auf dem Watt des Hohen Wegs und des Lang-Lütjen-Sandes und auf dem Wattengebiete des Landes Wursten müssen noch grofse Flächen Marschlandes existiert haben, deren Reste wir heute in den Inseln Wangeroog und Neuwerk erblicken und auf deren Bestand noch das Minsener Oog (auf „Grund Rifs und Situations-Carte des Weefser Strohms etc. 1746 als „Mins Oog“ angegeben) und zwei Sande beim ehemaligen Mellum hindeuten.

* * *

Ziehen wir aus den geologisch und historisch sich ergebenden Tatsachen eine Schlufsfolgerung, so kann dieselbe nur die sein, dafs einer Periode ruhiger Marschbildung eine solche der Zerstörung gefolgt sein mufs. Wenn die Geschichte die physische Umgestaltung des Jadebusengebietes auf nur zwei Sturmfluten zurückführt — nämlich auf die Marcellusflut vom 16. Januar 1219 und die Antoniflut vom 16. Januar 1511 — so mögen damit in Wirklichkeit diejenigen Hochfluten bezeichnet sein, welche einschneidende physische und politische Veränderungen nach sich zogen. Das Studium der unzähligen Hochfluten lehrt uns jedoch, dafs die Marcellus- und Antoniflut nur Glieder einer grofsen Reihe von Sturmfluten sind, welche, wie sie, an den Ufern der Marschen im Laufe der Jahrhunderte ihr zerstörendes Werk trieben.

Wenn wir dennoch die traditionelle Bezeichnung der Marcellus- und Antoniflut beibehalten, so müssen wir, wie es auch Tenge und Sello tun, darunter gröfsere Perioden verstehen, in denen die genannten Fluten vielleicht nur die gröfste Folgeerscheinung nach sich zogen.

Die Marsch des jetzigen Jadebusengebietes bestand aus Böden, welche den fetten, niedrigen Marschen des Butjadinger südlichen Sietlandes entsprachen. Eine Reihe von Bächen der Dangast- Varel- und Jaderberger-Geest und ihrer sich damals weiter ausdehnenden Randmoore, sowie des

Schweier Moors und der Marschen Butjadingens durchströmten das ehemalige Jadebusengebiet, daselbst zahlreiche Inselgruppen bildend. Nach ihrer Vereinigung folgten sie etwa dem Laufe der heutigen Aufsenjade. Die Made, damals ein Flufssystem für sich bildend, vereinigte sich östlich vom Rüstersiel mit genanntem Hauptwasserzuge.

Dafs der Verkehr zwischen einigen der damaligen Marschkomplexe durch die trennenden Wasserläufe oft ein erschwerter sein mufste, möchte ich auch dadurch als bewiesen ansehen, dafs nahegelegene Gemeinden sich den Luxus einer eigenen Kirche gestatteten. —

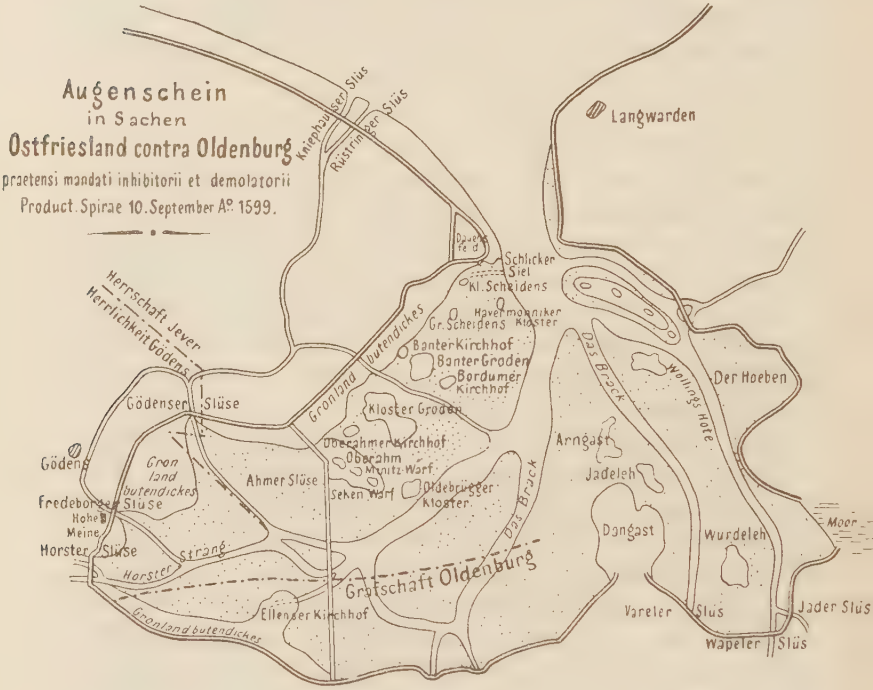
Die Periode der Küstenzerstörung, welche seit dem 9. bis 10. Jahrhundert historisch nachweisbar ist, hatte grofse physische Veränderungen, namentlich im Jadebusengebiet, zur Folge. Nachdem die Sturmfluten ums Jahr 1219 tiefe Seebalgen in das Land getrieben hatten, so das Salze Brack bis Gödens, die Jade bis nahe bei Würdele, war es den späteren Fluten ein Leichtes, das Zerstörungswerk fortzusetzen. Die zahlreichen Wasserläufe, welche die niedrige Marsch des Jadebusengebietes durchzogen, wurden allmählich immer mehr erweitert: die Angriffsfläche der Fluten wurde eine immer gröfsere, sodafs deren weiterer Abbruch dann leicht erfolgte. Der hier folgende Abdruck einer alten Karte vom Jahre 1597 „Oldenburg contra Ostfriesland“ (siehe Figur 3) [1]) gibt einen interessanten Einblick in die damalige Gestaltung des Jadebusengebietes.

Überall, wo durch Sturmfluten erzeugte Braken tief in das Land vordringen, finden wir die sich verzweigende Form derselben. Als ein typisches Beispiel dafür möchte ich den Deichbruch bei Schillig im Jahre 1717 hier anführen, dessen Abbildung (siehe Figur 4) [1]) uns die Wirkungen einer Sturmflut am besten vor Augen führt. In ähnlicher Weise zeigt eine alte Handzeichnung (Nr. 346 d. Oldenb. Archivs) an der NO-Küste Butjadingens 6 Braken, die mit vielen Verzweigungen tief in das Land dringen, und welche man (1719) mit Notdeichen umgrenzen mufste.

[1]) O. Tenge, Der Jeversche Deichband etc.

* * *

Die Veränderungen, welche die Periode der Marcellus- und Antoniflut in den Wesermarschen hervorriefen, haben die hydrographischen Verhältnisse derselben vollständig verändert. Überall dort, wo die geognostische Untersuchung Marschböden jüngster Altersstufe mit durchschnittlich 2,5 bis 5 dm Kalktiefe feststellte, finden wir die Überflutungsgebiete jener Zeit wieder, sodafs sich die damalige physische



Figur 3.

Gestaltung des Wesermarschgebietes aus der geologischen Karte ohne weiteres ablesen läfst.

Die Marcellusflut hat in erster Linie die Zerstörungen im östlichen, die Antoniflut im westlichen Jadebusengebiet verursacht.

Die einst so unbedeutenden Flufsläufe der Marschen wurden immer mehr erweitert und ihre Ufer weithin von neuem überschlickt. Der Harlebusen im Westen

des Jeverlandes entstand, die Made wurde zum breiten Verbindungsarm zwischen Aufsenjade und Jadebusen, die Jade drang weit nach Süden in die Niederung zwischen den Varel-Jaderberger Randmooren und dem Schweier Moor vor und trat so zeitweise mit der Line in Verbindung, die ursprünglich ein Flufssystem für sich bildete und die Entwässerung der Moore nach der Weser hin besorgte. Das

Figur 4.

Lockfleth wurde zu einem grofsen Weserarm, dessen Flutgebiet östlich bis zum Hochlande der Stadländer Marsch, westlich bis zum Schweier Moor reichte. Auch die Ahne und Heete erreichten damals die Ausdehnung, welche ich oben angab. Die oben als Wesererme angesprochenen alten Wasserläufe haben demnach nur zur Antoni-flut-Periode existiert.

An den Küsten Jeverlands, Butjadingens und des Landes Wursten wurden alte Böden zerstört oder von neuem überschlickt, desgleichen am Ufer der Hauptweser selbst.

Wenn man in alter Zeit Veranlassung fand, von dem System der Warfen zu dem der Anlage von Sommer- und Winterdeichen überzugehen, so können wir den zwingenden Grund in den veränderten hydrographischen Verhältnissen erblicken.

Mit den physischen Veränderungen des Küstengebietes waren auch solche politischer Art verbunden. Das alte Rüstringerland, einstmals nur von kleineren Flüssen, die den staatlichen Zusammenhang nicht beeinträchtigen konnten, durchströmt, wird nach der Marcellusflut in seiner früher einheitlichen Verwaltung gelockert, indem im Anfang des 14. Jahrhunderts durch die Jade ein Land „boven" und ein solches „buten" der Jade gebildet wurde und zwischen Butjadingen und Stadland durch Ahne und Heete ebenfalls den Verkehr erschwerende Wasserläufe entstanden, die nunmehr eigene richterliche Verwaltungsbehörden für die so getrennten Gebiete erforderlich machten. —

Nach der Antoniflutperiode beginnt das grofse Werk der Wiedereindeichung der verlorenen Marschen; grofse Strecken wurden seitdem bis zur Jetztzeit dem Meere wieder abgerungen. Nur der Jadebusen tritt uns als beredter Zeuge jener Katastrophen entgegen; und an eine Wiedergewinnung des früheren grofsen Landgebiets daselbst wird man solange nicht denken dürfen, als der Kriegshafen Wilhelmshaven einer tiefen Fahrrinne in den Jadebusen hinein bedarf.

* * *

Nach den Aufnahmeergebnissen und den Befunden der mir bekannt gewordenen Tiefbohrungen ist der geologische Aufbau des Wesermündungsgebietes folgender:

Die oberflächlichen Schlickbildungen lagern zum gröfsten Teile über Mooren; die Randmoore und das Schweier Moor senken sich überall unter Schlickalluvionen, wie durch eine Reihe von Hand- und Tiefbohrungen nachgewiesen ist. Im Obervieland lagert Schlick über Moor, dieses über Sand. Im Niedervieland ist der Schlick 1—2 m mächtig; sein Liegendes besteht aus Moor mit Baumstämmen, darunter folgt wieder Sand. Im Blocklande ist der Schlick, dessen Mächtigkeit hier bis 25 dm betragen soll, mit einer sauren

Humusschicht von 1—2 dm Mächtigkeit überzogen. Im Untergrunde folgt Moor mit Baumresten, darunter wieder Sand. Das Profil, welches Häpke[1]) vom Bremer Schlachthofe mitteilt, lautet:

Mutterboden	—	0,5 m
Moor	0,5 —	2,9 m
Thon (Schlick)	2,9 —	3,9 m
Sand	3,9 —	19,9 m

Bohrungen bei Elsfleth (bei der projektierten Imprägnieranstalt), ergaben:

1. Schlick	—	12,88 m
Fester grober Sand	12,88 —	14,88 m
2. Schlick	—	6;37 m
Grober Sand	6,37 —	6,70 m
Schlick mit Moor und Holz	6,70 —	12,75 m
Fester grober Sand	12,75 —	14,75 m
3. Schlick	—	5,65 m
Sand und Schlick	5,65 —	9,15 m
Schlick mit Moor und Feinsand	9,15 —	12,65 m
Fester grober Sand	12,65 —	14,65 m

Eine hier bis 96 m geführte Tiefbohrung traf nur auf Sand.

Auf dem Bahnhofsterrain zu Brake sind folgende Schichten festgestellt:

1. Schlick	—	17,00 m
Schlick mit Holz	17,00 —	17,50 m
Kiessand		
2. Schlick mit Schlicksand	—	7,70 m
Kiessand	7,70 —	14,45 m
3. Schlick	—	19,00 m
Scharfer Sand	19,00 —	20,00 m
4. Schlick	—	19,40 m
Sand	19,40 —	20,00 m

Tiefere Bohrungen trafen nur Sand.

[1]) L. Häpke, Über Tiefbohrungen, insbesondere über die Tiefbohrungen auf dem Bremer Schlachthofe. Abh. d. Naturw. Ver. Bremen, XIV. Bd. Bremen 1898.

Bei der Molkerei Rodenkirchen wurde bis 27 m Tiefe gebohrt. Das Profil lautet hier:

Knick	— 1,50 m
Fette Wühlerde	1,50 — 2,50 m
Bläulicher Feinsand	2,50 — 17,00 m
Gröberer Sand	17,00 — 27,00 m

Bei der Molkerei Nordenham erreichte eine Tiefbohrung bei ca. 25 m, bei Stollhamm bei 31,2 m Tiefe einen groben Kiessand, der an letzterem Orte bis 50 m Tiefe festgestellt wurde.[1]) Die bekannten Tiefbohrungen bei Heppens-Wilhelmshaven weisen ein ca. 11 m mächtiges Alluvium, bestehend aus Schlick über Torf, auf.

Diese angeführten Belege gestatten es, den geologischen Aufbau des Wesermündungsgebietes klarzustellen.

Nach dem Rückzug des Inlandeises wurden von den schnellfliefsenden Abschmelzwässern Schotter, Kiese und Sande abgelagert, welche den diluvialen Gebilden der Ufer entstammten. Zu diesen altalluvialen Ablagerungen möchte ich die Sand- und Kiesschichten rechnen, die bei Bremen in 1,4 m, bei Elsfleth in 11 m, bei Brake durchnittlich in 18 m, bei Rodenkirchen in 16 m und endlich bei Wilhelmshaven in 11 m Tiefe unter Normalnull nachgewiesen sind. Als ruhigere Verhältnisse eintraten, fanden die ersten Schlickabsätze statt. Ein grofses Gebiet können dieselben jedoch kaum eingenommen haben, denn bei vielen Profilen obiger Tiefbohrungen folgen über den alten Flufssanden gleich Moorbildungen.

Unter Zugrundelegung der von mir des näheren beleuchteten geologischen Momente bei der Bildung unserer Marsch- und Moorböden ist als eine erste Epoche die zu bezeichnen, in welcher die Aufschlickungen der Weserarme zunächst ein Hochland und ein Sietland bildeten, in deren Mulden dann, wie auch in etwa verlassenen Flufsbetten die Bildung der Moore, der eigentlichen Randmoore und Marschmoore, begann. Die jetzigen Randmoore im Wesermündungsgebiet und das Schweier Moor sind in ihren untersten Schichten in dieser altalluvialen Epoche entstanden.

[1]) Die Kenntnis dieser Tiefbohrungen verdanke ich der gütigen Mitteilung der Herren Brunnenbauer Bohlmann-Oldenburg und Molkereivorsteher Melcher-Rodenkirchen und Meiners-Nordenham.

Unter den Marschböden des Jeverlandes, im Untergrunde des Schweier Moors und der nördlichen Randmoore, findet sich Darg; der Zutritt salzigen Wassers war zur Bildung desselben Vorbedingung. Im tiefsten Untergrunde des Schweier Moors unter einer trennenden Schlickschicht sind dagegen Reste von Eichen, Birken und Erlen nachgewiesen, es scheint also hier in ältester Zeit ein Bruchwaldtorf entstanden zu sein, wie er auch im Bereiche der oberen Wesermarschen etwa von Brake an, und zwar hier ausschliefslich, vorkommt. C. A. Weber[1]) hat einen solchen Bruchwaldtorf aus dem Bohrloche des Bremer Schlachthofes untersucht; er teilt darüber mit, dafs derselbe hauptsächlich aus Erlen besteht, aber stellenweise reichlich Eichen, Birken, spärlicher Föhren und vereinzelt Fichten enthält.

Durch Erhöhung des Flufsbetts und durch vorübergehende hohe Wasserstände traten ab und zu Überschlikkungen der bereits gebildeten Moore, hauptsächlich im Bereiche der untersten Weser ein. Die Periode der Moorbildung mufs eine verhältnismäfsig lange gewesen sein; denn bei Bremen beträgt die Mächtigkeit des Bruchwaldtorfs $2^1{}_2$ m, bei Elsfleth die einer mit Moor wechsellagernden Schlickschicht 6 m, an einer anderen Stelle $3^1/_2$ m.

Die Hochmoorbildung begann nun und erhöhte die Randmoore und das Schweier Moor weit über das Niveau der Wesermarschen, sodafs die Überschlickungen der späteren Periode nur die niedrigen Randgebiete der Hochmoore bedecken konnten.

Die Gestaltung des Schweier Hochmoors, seine Längserstreckung von N nach S, vor allem der Vergleich mit dem von mir eingehend untersuchten Kehdinger Moore in den Elbmarschen, gibt mir für seine Entstehung die Vorstellung, dafs zwei Weserarme, etwa dem späteren Laufe des Lockfleth und der Line-Jade entsprechend, durch ihr Hochland eine Mulde bildeten, in welchem sich das Moor, durch öftere Überschlickungen unterbrochen, aufbaute. Ich möchte die Senken, in welchen das Lockfleth und die Line-Jade später

[1]) C. A. Weber, Untersuchung der Moor- und einiger anderer Schichtproben aus den Bohrlöchern des Bremer Schlachthofs. Abh. d. Nat. Ver. Bremen, Bd. XIV. 1898.

ihren Lauf hatten, und welche sich noch heute hydrographisch zu erkennen geben, trotz der inzwischen erfolgten weiteren Aufschlickungen noch als Andeutungen dieser altalluvialen Weserarme ansehen.

Von gröfstem Interesse ist die Tatsache, dafs in der Periode der Moorbildungen bereits der Mensch hier sefshaft gewesen ist. v. Alten[1]) hat bei Bant in dem unter Schlick lagernden Darg bei 2 1/2 m Tiefe Urnenscherben und Feuersteingerät mit Behausteinen, alles in roher Bearbeitung, gefunden. Wir haben es hier demnach mit Kulturresten der Steinzeit zu tun. —

Sind schon in dieser Periode durch das Vorkommen von 2—3 m mächtigen Schlickbildungen im Schweier Moor — im Kehdinger Moor stellte ich dasselbe fest — Anzeichen für eine säkulare Senkung des Küstengebietes vorhanden, so mufs eine solche mit noch gröfserem Rechte angenommen werden für diejenigen Veränderungen, welche nunmehr eine weitere Epoche charakterisieren.

Nach der Periode der unter nur wenig gestörten Verhältnissen gebildeten altalluvialen Marschen und ihrer Hochmoore kommt eine solche der erneuten Aufschlickung des Mündungsgebiets der Weser bis weit in den Mündungstrichter der Weser hinauf, eine Periode, die unserem Gebiete ein vollständig neues Gepräge verlieh. Es fällt in diese Zeit die Bildung der ca. 6—9 m Mächtigkeit erreichenden Schlickablagerungen bis zu ihrer jetzigen Höhe, einschliefslich der grofsen Gebiete, die seewärts von der jetzigen Küste existierten. Die Vollendung dieser erneuten Aufschlickung kann nicht weit zurückliegen. Sehen wir im untergegangenen Moorgebiete Anzeichen der Steinzeit, im jetzigen ältesten Marschengebiete der Wurten solche spätrömischer Zeit vor uns, ziehen wir ferner in Betracht, dafs die Vereinigung des Schweier Moors und der westlichen Randmoore schon hergestellt und das Moor hier so hoch gewachsen war, dafs die Schlickbildungen dieser Periode sie nicht mehr bedecken konnten, dafs endlich die erneute Marschbildung selbst

[1]) v. Alten, Mitteilungen über in friesischen Landen d. Herzogt. Oldenburg vorkommende Altertümer vorchristl. Zeit. Arch. f. Anthropologie, VII, Braunschweig 1874.

wahrscheinlich noch lange Zeit in Anspruch genommen haben mufs, so legen uns auch diese Erwägungen die Schlufsfolgerung nahe, dafs das Alter unserer jetzigen ältesten Marschböden eine relativ nur sehr kurze Spanne Zeit der Alluvialperiode umfafst. Die oben ausgesprochene Vermutung, dafs die Bewohnbarkeit der Marschen ungefähr in den Beginn unserer christlichen Zeitrechnung falle, findet hiermit ihre weitere Berechtigung.

Die Marschen dieser neuen Periode erstreckten sich weit nordwärts; sie waren durch einen starken Wall von Stranddünen geschützt.

Einen im grofsen und ganzen richtigen Eindruck des Bildes, welches damals die Marschen boten, erhalten wir aus den bekannten Schilderungen des Plinius.

Es folgt nun eine dritte Periode, die wiederum auf eine Zerstörung unseres Küstengebietes hinzielt, eine Periode, in welcher wir noch heute leben.

Eine Betrachtung der physischen Gestaltung der Küsten von Holland bis Holstein läfst das Werk der Küstenzerstörung aufs deutlichste erkennen. Die nähere Ursache für die neuen Flutverhältnisse der Nordsee in dieser Periode ist darin zu suchen, dafs die Dünenketten, unter deren Schutz sich die Marschen gebildet hatten, starken Abbruch erlitten, sodafs die Flutwellen im Laufe der Zeit mit immer gröfserer Gewalt die Marschen selbst angreifen konnten. Der Flutstrom drang immer heftiger in die Flufsläufe der Marschen, hauptsächlich in die Jade und Weser und hatte so natürlicherweise eine Reihe physischer Veränderungen daselbst zur Folge.

Es mufste demgemäfs die Höhe des Wasserstandes flufsaufwärts steigen, zumal nach Beseitigung zahlreicher Platen und Sande, welche die lebendige Kraft des Flutstromes schwächten. Wenn heutzutage vielfach behauptet wird, dafs einige Marschen der oberen Weser, z. B. in Stedingen, zu früh eingedeicht seien, so möchte ich darauf hinweisen, dafs zur Zeit der Eindeichung der betreffenden Marschen die Flutverhältnisse dort andere sein mufsten, als wie sie es jetzt sind; der Flutspiegel war einstmals noch nicht so hoch wie heutzutage, wo vielleicht auch dafs Flufsbett als solches gegen früher eine Erhöhung erfahren hat.

Die physische Umgestaltung der Marschen in dieser 3. Epoche hat eine Fortdauer der säkularen Senkung des nordwestlichen Küstengebietes nicht zur notwendigen Voraussetzung; sie findet in der Zerstörung des schützenden Dünenwalls und der vorgelagerten Inseln und Watten eine befriedigende Erklärung.

Den Beweis für eine rezente Senkung kann ich somit an der Hand meines Materials nicht erbringen, wir haben also mindestens einen Stillstand. Das Marschengebiet ist für die Erkenntnis einer solchen im höchsten Grade ungeeignet. Dieses findet seine Erklärung darin, dafs in demselben lokale Senkungen angenommen werden müssen. Findet bereits durch die mittelst landwirtschaftlichen Raubbaus erfolgte Entnahme von Nährstoffen und durch die Entkalkung der Böden eine Volumverminderung statt, so mufs man des weiteren auch annehmen, dafs die mehr oder weniger mächtigen Schlickablagerungen auf die sie unterlagernden Moore zusammenpressend wirken, ein Vorgang, welcher schon durch die im Laufe der Zeit erfolgende Zersetzung der Moore und der damit verbundenen Volumverminderung als notwendig erscheinen mufs.

Ich fasse demnach meine Untersuchungen über den geologischen Aufbau des Wesermündungsgebiets in postglazialer Zeit derart zusammen, dafs ich drei Perioden unterscheide. Die erste ist diejenige der Bildung der altalluvialen Schlickböden und ihrer Moore; Anzeichen säkularer Senkung sind bereits vorhanden. Die zweite Periode ist die, welche bei fortdauernder säkularer Senkung die Aufschlickung der Wesermarschen bis zu ihrer heutigen Höhe bewirkte. Der Betrag dieser Senkung reicht bis rund 20 m. Die dritte Periode, die der Küstenzerstörung, ist in den durch die Zerstörung der Dünenketten hervorgerufenen neuen Flutverhältnissen der Nordsee und Weser begründet; Beweise für eine rezente Senkung liefsen sich nicht erbringen.

Kartenverzeichnis.

1. Abrifs des Weserstroms von Elsvleth bis Sandstede, wie solcher bei der Streitigkeit der Fischer mit dem Offenwarder und Wurtfletern zu Stade vom H. Synd. Wachmann übergeben. (Bremer Staats-Archiv). — 2. Abrifs der Jade, vor der Ellenser Einteichunge. (Archiv zu Oldenburg, I, A. 292[b].) — 3. Abrifs Des Alten und Neuen Landes Wursten. M. R. 1714. Handzeichnung. Im Besitz des Herrn Dr. Bohls-Lehe. — 4. v. Alten, Übersichtskarte zu den Bohlenwegen mit Rücksicht auf die alten Küstenlinien und Wasserläufe. Zusammengestellt 1888. Gezeichnet von Vogel. (Im Bericht über die Tätigkeit des Oldenburg. Landesvereins für Altertumskunde, 6. Heft. 1889. — 5. Copie einer Karte der Wesermündung (Bremer Staatsarchiv). — 6. Florianus. Friesia Orientalis. Joannis Florianus describebat. — 7. Grund Rifs und Situations-Carte des Weefser Strohms von der Stadt Bremen bis an die Nordsee von Anno 1764. — 8. Handzeichnungen aus dem Mündungsgebiet der Weser, Oldenburg. Haus- und Central-Archiv, Nr. 72, Nr. 346, Nr. 1 A 298a, Nr. 1 A 571b. — 9. Hunrichs, I. W. A., Comitatum Oldenburg et Delmenhorst etc. delineatio Anno 1761. — 10. Janfsonius, Oldenburg Comitatus Amstelodami Ex officina Joannis Janfsoni. (Oldenburg Haus- und Central-Archiv, V., 6.) — 11. Ders., Nobilis Saxoniae Fl. Visurgis cum terris adjacentib. Ab. Inclyta Brema ad ostium maris. — 12. Lasius, O., Die Wesermündungen ums Jahr 1511 (aus Oldenburg. Blättern 1824, Nr. 13—15. — 13. Mercator, G., Emden und Oldenborch Comit. Per Gerardum Mercatorem Cum privilegio (Oldenb. Haus- und Central-Archiv, 857, V, 1b. — 14. Michaelis, L., Copie der Karte: Pars Frisie Orientalis Sive Minorum Cauchorum (Oldenburg. Haus- und Central-Archiv, V, 1a, 52—55). — 15. Muntinck, Gerh., Tabula nova comitatus Oldenbg. et Delmenh. cum dynast. Jever et Kniphus etc. — 16. Musculus, Joh. Conrad, Nov. comit. Oldenb. ac. Delmenh. cum dynast. Jev. et Kniph. descriptio. — 17. Ders., Die Innen-Jade. — 18. Riemann, F. W., Die Wesermündungen um Christi Geburt. Aus: Geschichte des Jeverlandes. — 19. Ders., Karten der Insel Wangerooge. Aus: Wangerooge, Separat-Abdr. — 20. Salfeld, Copie der Karte von Lasius. Aus: Die Hochmoore auf dem früheren Weser-Delta. — 21. Schmidt, H. I., Situation des Schwartzen Braacks am Ellenserdamm im Julio 1733. Farbige Handzeichnung. — 22. Schucht, F., Blatt Jever, geognostische Specialkarte, 1 : 25000. Versuchsstation Oldenburg 1899. — 23. Schumacher, Karte der Wesermündungen. Aus: Die Stedinger etc. — 24. Sello, G., Karten des Jadebusengebiets. Aus: Der Jadebusen etc. — 25. Strackerjan, L., Karte der

Wesermündungen um 1420. (Oldenburg). — 26. Tannen, I. D., Grundris von Daunsfeldt nebst beygefügter Untersuchung des dasigen grundbruches etc. Anno 1753. Verkleinert durch I. C. Grofse (O. C.-A. 571a). — 27. Tenge, O., Karten von Deichen, Uferwerken und Sielen. Aus: Der Jeversche Deichband etc. u. Die Deiche und Uferwerke. — 28. Visbeck, Charte der Gegend im zwölften Jahrhunderte wo ietzo der Jader Meerbusen liegt. Aus: Die Niederweser und Osterstade. — 29. Wöbcken, H., Charte vom Jader Meerbusen. Lithogr. von Gerh. Stalling, Oldenburg 1839—1840.

Literaturverzeichnis.

1. Allmers, H., Marschenbuch, Land- und Volksbilder aus den Marschen der Weser und Elbe. Oldenburg 1875. — 2. v. Alten, Die Bohlenwege im Flufsgebiet der Ems und Weser. Bericht über die Tätigkeit des Oldenb. Landesvereins für Altertumskunde. Oldenburg 1889. — 3. Ders., Mitteilungen über in friesischen Landen des Herzogt. Oldenburg vorkommende Altertümer vorchristlicher Zeit. Archiv für Anthropologie, VII. Braunschweig 1874. Derselbe Gegenstand im Bericht über die Tätigkeit des Oldenb. Landesvereins für Altertumskunde, II/III. Oldenburg 1881. — 4. Ahrends, Fr., Ostfriesland und Jever in geogr., statist. und landwirtsch. Hinsicht. Emden 1818. — 5. Ders., Physische Geschichte der Nordseeküste und deren Veränderungen durch Sturmfluthen. II. Band. Emden 1833. — 6. Auhagen, O., Zur Kenntnis der Marschwirtschaft. Berlin, Parey, 1896. — 7. Barfod, H., Pseudo-Gaylussit im Marschboden Schleswig-Holsteins. Prometheus Nr. 523. Berlin 1899. — 8. v. Bemmelen, J. M., Bodenuntersuchungen in den Niederlanden. Die landwirtsch. Versuchsstationen, Bd. 8. — 9. Ders., Die Zusammensetzung des Meeresschlicks in den neuen Alluvien des Zuidersee. Berlin 1890. — 10. Bonne, G., Neue Untersuchungen u. Beobachtungen über die zunehmende Verunreinigung der Unterelbe etc. Leipzig 1902. — 11. Buchenau, F., Über die Ostfriesischen Inseln und ihre Flora. Abh. des Naturwiss. Vereins Bremen. — 12. Ders., Die freie Hansestadt Bremen und ihr Gebiet. Bremen 1900. — 13. Ders., Arngast und die Oberahnischen Felder. Eine geographisch-botanische Skizze. Abh. d. N. V. Bremen. III. Bd. 1873. — 14. Dudy, F., Ein Beitrag zur Kenntnis des Knicks. Landw. Blatt f. d. H. Oldenburg. 1898. Nr. 10. — 15. Festgabe d. Teilnehm. a. d. 63. Versammlung der Gesellsch. deutscher Naturforscher u. Ärzte: Die freie Hansestadt Bremen u. ihre Umgebungen. Bremen 1890. — 16. Festschrift zur 50jähr. Jubelfeier des Prov.-Landw.-Vereins f. d. Landdrosteibezirk Stade, 1885. — 17. Focke, W. O., Zur Kenntnis der

Bodenverhältnisse im niedersächs. Schwemmlande. Abh. d. N. V. Bremen 1875. — 18. Franzius, Die Fluterscheinungen zwischen Helgoland und Bremen. Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte. Leipzig 1890. — 19. Ders., Die Unterweser v. Bremen bis Bremerhaven. Petermanns Mitt. VIII. 1880. — 20. Geinitz, F. E., Über die gegenwärtige Senkung der mecklenburgischen Ostseeküste. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XXXV. Bd. Berlin 1883. — 21. Ders., Der Boden Mecklenburgs. Forsch. z. deutsch. Landes- u. Volkskunde. I. Bd. Stuttgart 1886. — 22. Hagena, O., Jeverland. Gen.-Anz. 1895, Nr. 108, 109, 112. — 23. Ders., Die Bedeichung Jeverlands. Jahrb. f. d. Gesch. d. Herz. Oldenburgs. — 24. Ders., Jeverland bis zum Jahre 1500. Oldenburg 1901. — 25. v. Halem, G. A., Gesch. des Herzogt. Oldenburg. Oldenburg 1796. — 26. Hamelmann, H., Oldenburg. Chronik. — 27. Häpke, L., Über Tiefbohrungen, insbesondere über die Tiefbohrungen auf dem Bremer Schlachthofe. N. V. Br. XIV. Bd. Bremen 1898. — 28. v. Hodenberg, A., Stedingia. Ober- und Unter-Stedingerland. Hannover 1858. — 29. Hollmann, Bedeichungsgesch. der Jev. Marschen. Jev. Kal. 1800. — 30. Huntemann, J., Zur Fauna und Flora der Insel Arngast im Jadebusen. Abh. d. N. V. Br. XII. Bd. 1882. — 31. Hydrolog. Amt der Admiralität, Die Ergebnisse der Untersuchungsfahrten S. M. Knbt. „Drache“ in der Nordsee in den Sommern 1881, 1882, 1884. Berlin 1886. — 32. Jansen, Denkmal d. Wasserfluten. Bremen u. Jever 1722. — 33. Karte d. Deutschen Reiches 1 : 100 000. — 34. Kohli, L., Beschreibung des Herz. Oldenburg und Jever, Lübeck und Birkenfeld. Bremen 1825. — 35. Kurth, H., Über die gesundh. Beurteilung der Brunnenwässer im bremischen Staatsgebiet. Ztschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh. Bd. 19. — 36. Lasius, O., Über die Gestalt der Wesermündungen vor 300 Jahren. Oldenburg. Blätter, 1824, Nr. 13, 14, 15. — 37. Ders., Wangeroog und seine Seezeichen. Ztschr. d. Architekt. u. Ing.-Ver. Hannover 1867. — 38. Martin, J., Über den Einfluſs der Eiszeit auf die Entstehung der Bodenarten und des Reliefs unserer Heimat. Bremen 1898. — 39. Ders., Diluvialstudien 1—5. Osnabrück u. Bremen 1893—1898. — 40. Maercker M., Zusammensetzung u. Düngerbedürfnis Oldenb. Marscherden. Berlin, Parey, 1896. — 41. Meſstischblätter 1 : 25 000 des Wesermündungsgebiets. — 42. Müller, Fr., Der Moordeich u. das Aufsendeichmoor an der Jade b. Sehestedt. Abh. d. N. V. Bremen 1889. — 43. v. d. Osten, G., Gesch. d. Landes Wursten. Bremerhaven 1900. — 44. Ders., Die Wurten im Lande Wursten. Vortrag. Geestemünde, Remmler u. Vangerow 1900. — 45. Petersen, P., Über die Zusammensetzung, Entstehung u. d. landw. Beziehungen d. Pulvererde. Ber. üb. d. Tätigk. d. Vers.- u. Kontrollstat. d. Old. Ldw. Ges. 1900. Oldenburg 1901. — 46. Plinius, Hist. nat. lib. XVI, cap. I. — 47. Prestel, M. A. T., Der Boden der ostfries. Halbinsel nebst Gesch. der Veränderung des Bodens u. d. Klimas der Nordseeküste

seit der Eiszeit. Emden 1870. — 48. Riemann, F. W., Geschichte d. Jeverlandes. Jever 1896. — 49. Ders., Das Jeverland. Sonderdruck. Oldenburg 1901. — 50. Ders., Wangeroog. Sonderdruck. Oldenburg 1901. — 51. Rüthning, G., Landeskunde d. Grofsherz. Oldenburg. Breslau 1901. — 52. Salfeld, Die Hochmoore auf dem früheren Weserdelta. Ztschr. d. Ges. f. Erdk., XVI. Berlin 1881. — 53. Schaller, R., Über Pulvererde u. Knick. Deutsche Ldw. Presse Nr. 96. Berlin 1900. — 54. Schucht, Fr., Blatt Jever. Geol. Specialkarte 1 : 25 000 nebst Erläuterungen. Versuchsstat. Oldenburg 1898. — 55. Schumacher, H. A., Die Stedinger. Beitr. z. Gesch. d. Wesermarschen. Bremen 1865. — 56. Sello, G., Studie zur Gesch. von Östringen u. Rüstringen. Varel 1898. — 57. Ders., Beitrag zur Gesch. des Landes Wührden. Varel, Allmers Verlag, 1885. — 58. Ders., Die Oldenb. Kartographie bis zum Ende des 18. Jahrh. Deutsche Geogr. Blätter, Bd. XVIII, H. 4. — 59. Ders., Der Jadebusen, Sein Gebiet, Seine Entstehungsgesch., Der Turm auf Wangerooge. Varel 1903. — 60. Seyfert, Fr., Das Wasser im Flutgebiete der Weser. Eine chem.-geol. Untersuch. Abh. d. N. V. Br. 1893. — 61. Tenge, O., Die Deiche u. Uferwerke im zweiten Bezirk des zweiten Oldenb. Deichbandes, mit geschichtl. Nachrichten bis auf die heutige Zeit. Oldenburg 1878. — 62. Ders., Der Jeversche Deichband, Gesch. u. Beschreibung d. Deiche. Oldenburg 1884. — 63. v. Thünen, F., Gesch. u. rechtl. Begründung der deichrechtl. Zustände in der Herrschaft Jever. Oldenburg 1847. — 64. Ders., Nordwestküste von Deutschland. Jeversche Nachr. 1844. — 65. Ders., Entstehung u. Beschreibung der jeverl. Marsch. Jeversche Nachr. 1844. — 66. Virchow, C., Das Kehdinger Moor, seine landw. Meliorirung durch Marschboden. Ldw. Jahrb. Berlin 1880. — 67. Ders., Das Kehdinger Moor, eine chem.-geol. Studie. Ldw. Jahrb. Berlin 1883. — 68. Visbeck, J. G., Die Niederweser u. Osterstade. Hannover 1798. — 69. Wahnschaffe, F., Die Ursachen der Oberflächengestaltung des nordd. Flachlandes. Stuttgart 1901. — 70. Weber, C. A., Über die Moore mit bes. Berücksicht. d. zwisch. Unterweser u. Unterelbe liegenden. Jahresber. d. Männer v. Morgenstern, H. 3. Geestemünde, Schippers Verlag 1900. — 71. Ders., Über die Vegetation u. Entstehung d. Hochmoores v. Augstumal etc. Berlin, Parey, 1902. — 72. Ders., Untersuchung d. Moor- u. einiger anderer Schichtproben a. d. Bohrloche des Bremer Schlachthofes. Abh. d. N. V. Br. 1898. Bd. XIV, H. 3. — 73. Wicke, Untersuchung d. Bodenarten a. d. oldenburg. Marsch. Journ. f. Ldw. 1861 u. 1862. — 74. Winkelmann, J. J., Oldenburg. Chronica. Bremen 1721.